

AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT
DER JOHANNES-GUTENBERG-UNIVERSITÄT MAINZ

Direktor: Prof. Dr. A. Mayet

SPORT UND WIRBELSÄULENBEGWEGLICHKEIT

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen
vorgelegt von

Karl-Heinz Grosam
aus Lampertheim/Rh.

MAINZ 1975
—



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554415_0063

Aus dem Anatomischen Institut
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Direktor: Prof. Dr. A. Mayet

Sport und Wirbelsäulenbeweglichkeit

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von

Karl-Heinz Grosam

aus Lampertheim/Rh.

Mainz
1975



Fachbereichsdekan: Prof. Dr. Dr. J. Grote

Referent: Prof. Dr. E. Stofft

Korreferent: Prof. Dr. A. Mayet

20.12.1911

1. Lebensjahr

2. Lebensjahr

1. Ausbildung

1. Über die Entstehung der Wirtschaft
2. Über die Entstehung der Wirtschaft

3. Die Entstehung der Wirtschaft
4. Die Entstehung der Wirtschaft
5. Die Entstehung der Wirtschaft
6. Die Entstehung der Wirtschaft
7. Die Entstehung der Wirtschaft
8. Die Entstehung der Wirtschaft
9. Die Entstehung der Wirtschaft
10. Die Entstehung der Wirtschaft

11. Die Entstehung der Wirtschaft
12. Die Entstehung der Wirtschaft
13. Die Entstehung der Wirtschaft
14. Die Entstehung der Wirtschaft
15. Die Entstehung der Wirtschaft
16. Die Entstehung der Wirtschaft
17. Die Entstehung der Wirtschaft
18. Die Entstehung der Wirtschaft
19. Die Entstehung der Wirtschaft
20. Die Entstehung der Wirtschaft

21. Die Entstehung der Wirtschaft
22. Die Entstehung der Wirtschaft
23. Die Entstehung der Wirtschaft
24. Die Entstehung der Wirtschaft
25. Die Entstehung der Wirtschaft
26. Die Entstehung der Wirtschaft
27. Die Entstehung der Wirtschaft
28. Die Entstehung der Wirtschaft
29. Die Entstehung der Wirtschaft
30. Die Entstehung der Wirtschaft

31. Die Entstehung der Wirtschaft
32. Die Entstehung der Wirtschaft
33. Die Entstehung der Wirtschaft
34. Die Entstehung der Wirtschaft
35. Die Entstehung der Wirtschaft
36. Die Entstehung der Wirtschaft
37. Die Entstehung der Wirtschaft
38. Die Entstehung der Wirtschaft
39. Die Entstehung der Wirtschaft
40. Die Entstehung der Wirtschaft

Gewidmet meiner lieben Frau Regina

41. Die Entstehung der Wirtschaft
42. Die Entstehung der Wirtschaft
43. Die Entstehung der Wirtschaft
44. Die Entstehung der Wirtschaft
45. Die Entstehung der Wirtschaft
46. Die Entstehung der Wirtschaft
47. Die Entstehung der Wirtschaft
48. Die Entstehung der Wirtschaft
49. Die Entstehung der Wirtschaft
50. Die Entstehung der Wirtschaft

Inhaltsverzeichnis

	Seite:
I. Einleitung	1 - 9
1. Über die Ontogenese der Wirbelsäule	
2. Über die Funktion der Wirbelsäule	
a) Statische Funktion	
b) Dynamische Funktion	
c) Messungen der Wirbelsäulenbeweglichkeit	
d) Röntgenologische Untersuchung an der Wirbelsäule	
II. Material	10
III. Methode	10 - 12a
a) Beschreibung des Instrumentes	
b) Beschreibung der Meßdurchführung	
c) Statistische Methode	
IV. Untersuchungsergebnisse	13 - 17a
A. Deskriptive Auswertung	
1. Kopfbewegung	
2. Brustwirbelsäulenbewegung	
3. Lendenwirbelsäulenbewegung	
B. Statistische Auswertung der Tabellen a, b und c	
1. Tabelle a (Männer)	
2. Tabelle b (Frauen)	
3. Tabelle c (Einfache Varianzanalyse zwischen den Geschlechtern innerhalb der gemeinsamen Sportgruppe)	
V. Diskussion	18 - 22a
VI. Zusammenfassung	23 - 24
VII. Literaturverzeichnis	25 - 26
VIII. Anhang	27 - 61
IX. Danksagung	62

I. Einleitung

1. Über die Ontogenese der Wirbelsäule

Wie bei allen Wirbeltieren, so tritt auch beim Menschen als primärer Bestandteil des Achsenskelettes die Chorda dorsalis auf. Rudimente finden sich von ihr noch in den Nuclei pulposi und im Ligamentum apicis dentis. Die eigentliche Bildung der Wirbelsäule geht jedoch von dem perichordalen Mesenchym aus, das die Chorda dorsalis umfließt. Dieses Mesenchym ist ursprünglich wegen seiner Herkunft aus den Ursegmenten noch deutlich segmental gegliedert. Die segmentale Anordnung verschwindet jedoch und ist nur noch in der Anordnung der intrasegmentalen Spalten zu erahnen. Nach einer Umordnung der ventralen und dorsalen Mesenchymverdichtungen kommt es zu einer Neugliederung der Wirbelsäule, die eine Verschiebung von Myotomen und Sklerotomen zur Folge hat (CLARA 1949). Diese Verschiebung des Mesenchyms ist die Ursache der Beweglichkeit der Wirbelsäule. Die autochthone Muskulatur ist somit in der Lage, auf zwei benachbarte Wirbel zu wirken.

2. Über die Funktion der Wirbelsäule

a) Statische Funktion

Die statische Funktion der Wirbelsäule ist in der Anordnung der Wirbel zueinander und in der Anordnung der Spongiosatrabekel begründet. Diese sind entsprechend ihrer Belastung von kranial nach kaudal annähernd geradlinig angeordnet. Die Anordnung der Spongiosabalkchen in den Wirbelfortsätzen entspricht jedoch

der Zugwirkung der an ihnen ansetzenden Muskulatur. Bei der Spongiosaarchitektur wird mit einem "Minimum an Material ein Maximum an Funktion" geleistet (BENNINGHOFF 1931). Die statische Funktion ist weiterhin abhängig von der Größe des Wirbelkörpers, der Höhe und der Stellung der artikulierenden Gelenkfortsätze. Die kleinen Gelenke im Brustwirbelsäulenbereich zeigen größtenteils eine stark senkrechte Komponente. CRAMER (1955) berichtet von einer tangentialen Stellung mit differenziert großen Radien, auf denen eine Drehbewegung ermöglicht wird.

Die Wirbelkörper, die die eigentliche Stütze darstellen, sollen in allen Bereichen der Wirbelsäule kurz charakterisiert werden. Die Wirbelkörper im Brustbereich sind nach ventral etwas niedriger als nach dorsal. Die oberen Gelenkflächen stellen im wesentlichen die Führungsflächen für die Beweglichkeit der Wirbelsäule dar. Die Dornfortsätze sind im Brustbereich der Wirbelsäule dachziegelartig angeordnet und sind besonders im mittleren Abschnitt nach kaudal gerichtet. Im Lendenwirbelbereich sind die Dornfortsätze horizontal ausgerichtet. Die kranialen Gelenkfortsätze zeigen eine senkrechte Stellung. Die kaudalen Gelenkfortsätze, deren Gelenkflächen nach lateral weisen, stehen wesentlich näher aneinander. Die Wirbelkörper im Halswirbelsäulenbereich sind so angeordnet, daß sie dorsal höher sind als ventral. Der Dornfortsatz im Bereich des Atlas ist zu einem Tuberkulum reduziert. Die Gelenkfortsätze fehlen hier, dafür weisen die Massae laterales leicht nach medial geneigte Gelenkflächen auf. Im Bereich des Epistropheus fehlen die oberen Gelenkfortsätze.

Die Beweglichkeit der Wirbelsäule ist u.a. abhängig vom Discus-Corpus-Quotienten, von der Stellung der

Gelenkfortsätze und vom Weichteilapparat.

Verhältnis Bandscheibe zu Wirbelkörperhöhe:

<u>DZIALLAS</u> (1961)	<u>STOFFT</u> (1973)	
1:5	1:2	HWS
1:7	1:4	BWS
1:2/1:3	1:2/1:3	LWS

b) Dynamische Funktion

SOLLMANN (1958) bezeichnet mit Recht die Bewegung als einen kinetischen Vorgang. Bildet man an der Wirbelsäule die Schwerpunktlinie, so muß sie durch den Körperschwerpunkt und durch den Drehmittelpunkt aller Gelenke gehen. Es findet sich somit ein rotatorischer Einfluß der Schwerkraft auf alle Gelenke. Drückt sich die Belastbarkeit eines Wirbels u.a. in der Größe seiner Intervertebralgelenkfläche aus, so sah STOFFT (1973) in der Flächendifferenz der korrespondierenden Intervertebralgelenkflächen das morphologische Substrat der Beweglichkeit der Wirbelsäule. Eine Übereinstimmung klinischer Beobachtungen und morphometrischer Untersuchungsergebnisse konnte von ihm erbracht werden. Versucht man die Wirbelsäulenbeweglichkeit physikalisch zu analysieren, so darf niemals das einzelne Intervertebralgelenk für sich allein betrachtet werden, sondern mit Recht das von JUNGHANS (1957) angestrebte Bewegungsmodell: "das Bewegungssegment". "Wenn auch das "Halbgelenk Zwischenwirbelscheibe" nicht nur für die Beweglichkeit, sondern auch für die Hemmung übermäßiger Beweglichkeiten eine große Bedeutung hat, wie mehrfach erwähnt wurde, so müssen wir für eine allgemeine funktionelle Betrachtung der Wirbelsäulenbeweg-

lichkeit über das Halbgelenk Zwischenwirbelscheibe hinaus die zwischen je zwei Wirbeln liegende Bewegungsmöglichkeit als ein einheitliches Ganzes betrachten" (SCHMORL und JUNGHANS S. 24/25, 1957). Die Summe der Einzelbewegungen in den Wirbelgelenken ergibt die Gesamtbeweglichkeit der Wirbelsäule. Diese wird noch durch die Bewegungen in dem oberen und unteren Kopfgelenk ergänzt. KNESE (1947) überprüfte diese Gelenke nach mechanischen Kriterien, wobei eine Testung der Dynamik unterlassen wurde. Der Weichteilapparat, der für die Beweglichkeit mitverantwortlich ist, kann jedoch auch auf sie einen hemmenden Einfluß ausüben. Die Längsbänder, die je nach ihrer Lage in ein vorderes und hinteres unterschieden werden, können auf Grund ihrer unterschiedlichen Fixation am Wirbel bzw. am Discus intervertebralis direkt die Ventral- und Dorsalflexion beeinflussen. Die Ligamenta flava, intercruralia sive interarcualia bestehen vorwiegend aus elastischen Fasern, die mithelfen, die Wirbelsäule aus gebeugter Haltung wieder aufzurichten. Sie wirken synergistisch zu dem Musculus erector trunci.² Die Beweglichkeit ist außerdem abhängig von der Stellung der Processus spinosi. Die Processus spinosi bilden, durch ihre dachziegelartige Anordnung, die hemmende Komponente bei der Dorsalflexion, so daß, summarisch gesehen, die Beweglichkeit nach ventral wesentlich größer ist als nach dorsal. Einen zweifellos wichtigen Einfluß auf die Bewegung im Brustwirbelsäulenbereich haben die Rippen. Sie hindern ebenso wie die Processus spinosi die Retroflexion. Somit bezeichnet FICK (1911) die Brustwirbelsäule als den unbeweglichsten Teil der Wirbelsäule.

Die Gelenkfortsätze im Lendenbereich zeigen eine sagittale Stellung mit konkaven Gelenkflächen. Bei der Dorsalflexion hemmen die oberen Gelenkfortsätze die unteren. Bei der Ventralflexion verhindern die korre-

spondierenden Gelenke das zu starke Auseinanderweichen (DITTMAR 1930).

Die Anteflexion, die ebenso ergiebig ist wie die Lateralflexion, ist hier am größten. Eine Rotation ist wegen der sagittalen Stellung der Gelenkflächen eingeschränkt. Eine minimale Rotation erfolgt durch Änderung der Lage der Zwischenwirbelscheiben. Die Retroflexion ist im Lendenbereich, ebenso wie im Halsbereich, ausgiebiger als im Brustbereich. Die Lateralflexion in der Halswirbelsäule ist annähernd so groß wie im Lendenbereich. Im Brustbereich findet sich die größte Lateralflexion. Die Rotation nimmt von kranial nach kaudal ab. Sie ist abhängig von der Stellung der Gelenkflächen. Im Lendenwirbelbereich ist keine Rotation wegen der sagittal gestellten Gelenkflächen möglich.

c) Messungen der Wirbelsäulenbeweglichkeit (entnommen aus ANDERSSON u. EKSTRÖM 1940)

Im Jahre 1827 untersuchte WEBER die Bewegungsmöglichkeiten der Wirbelsäule an Leichen und an Lebenden unter Verwendung der gleichen Methode. Er fixierte Nadeln in die Processus spinosi et transversi. 27 Jahre später untersuchte HORNER die Wirbelsäule. Er beugte drei sagittalgespaltene Wirbelsäulen und machte Aufzeichnungen.

VOLKMANN (1872) studierte die Rotationsmöglichkeit an Lebenden und an Leichen. Er registrierte Abweichungen eines, an einer beliebigen Körperstelle befestigten Lotes. v. MEYER (1873) fand bei seinen Untersuchungen, daß bei Lateralflexion der Wirbelsäule die Disci intervertebrales eine Drehung und eine Kompression erfahren.

Nach LÜHR widmeten sich den Bewegungsmessungen auch HUGHES (1892), GUIBAL und MENARD (1900), LOVETT (1900/1905) und RAINER/WERNDORFF (1905).

FICK (1911) befaßte sich mit der Beweglichkeit der Wirbelsäule in allen Richtungen. Er führte seine Messungen an Wirbelsäulen, die von der Muskulatur und den Rippen befreit waren, und an solchen, denen er Wirbelbögen und Bänder entfernte, durch. FICK (1904/1911) forderte, Bewegungen immer in einem zusammenhängenden Abschnitt der Wirbelsäule zu messen und erst anschließend Bewegungen in jedem Gelenk zu untersuchen. STRASSER (1913) war der Meinung, die Möglichkeiten der Flexibilität bei freipräparierten Wirbelsäulen von Wirbel zu Wirbel darzustellen.

MÜLLER (1922) beugte Wirbelsäulen von frischen Leichen nach lateral. Er versuchte dadurch Beziehungen zwischen einer Wirbelsäule eines Lebenden mit der einer Leiche zu finden.

VIRCHOW (1909/1911/1928) präparierte sehr sorgfältig Wirbelsäulen von Leichen. Er fertigte von einer präparierten Seite einen Gipsabguß bei Normalstellung und extremer Flexion der Wirbelsäule an. Die mazerierten Wirbel wurden dann in die entsprechenden Vertiefungen der Gipsform gelegt. Nach dem Durchsägen dieser Wirbelkörper kamen sie in die Gipsform zurück. VIRCHOW studierte daraufhin die Rotation der Wirbel und die Verschiebung der Gelenke zueinander. Um eine Kontrolle seiner Studien zu erhalten, untersuchte er weiterhin sogenannte "Gummimenschen" in Extremstellungen. Aus seinem Untersuchungsmaterial ergeben sich daher keine Maximalwerte.

In jüngster Zeit werden diese gefundenen Meßwerte mit anderen Methoden (z.B. Elkameter, HACKETHAL 1961) ermittelt.

d) Röntgenologische Untersuchungen an der Wirbelsäule

Nach Röntgenuntersuchungen an kranken und gesunden Wirbelsäulen erweiterte JUNGHANS (1957) die Reihe der Kräfte, die auf die Wirbelsäulenflexibilität einen entscheidenden Einfluß haben. Krümmungsverhältnisse und extracolumnal gelegene Komponenten sind hierfür zu nennen. Nach solchen Röntgenreihenuntersuchungen an gesunden Wirbelsäulen wirken Atmungsverhalten der Lungen, Schwere des Kopfes, Unterstützungsfläche der Wirbelsäule, Brustkorb, Bandapparat und Muskulatur bei dem Ausmaß der Wirbelsäulenbeweglichkeit mit.

BAKKE (1931) untersuchte 24 Frauen und 20 Männer im Alter von 3 bis 27 Jahren. Er bemerkte, daß Patienten, die aktiv Sport betrieben (z.B. Gymnastik), eine grössere Flexibilität aufwiesen als untrainierte. Hilfslinien, die durch die kranialen und kaudalen Wirbelkonturen gehen, ermöglichen eine Winkelbestimmung zwischen aufeinanderfolgender Wirbel.

Nach Ausmessungen der Halswirbelsäule fand BAKKE (1931) auf je 18 mm ein bewegliches Segment bei einer Halswirbelsäulenhöhe von 110 mm mit 6 Disci. Im Brustbereich kam auf je 25 mm ein bewegliches Glied bei einer Brustwirbelsäulenhöhe von 280 mm mit 11 Intervertebralscheiben. Ein bewegliches Gelenk auf 45 mm fand er im Lendenbereich bei einer Lendenwirbelsäulenhöhe von 180 mm mit 4 Disci. Durch diesen Messungsvorgang ist es möglich, die Lateralflexion in jedem einzelnen Bewegungssegment zu messen.

Bewegungsmaximum und Bewegungsminimum nach BAKKE (1931):

HWS	C 1 - C 2	1,3°
	C 5 - C 6	5,0°
BWS	Th 1 - Th 2	2,0°
	Th 12 - L 1	3,5°

LWS	L 5 - S 1	3,4°
	L 3 - L 4	5,4°

PAPASTAVROU und ECKE (1971) sehen eine genaue Beurteilung der Flexibilität der Wirbelsäule darin, Funktionsaufnahmen von Wirbelsäulenabschnitten zu machen. Man bestimmt somit die Winkel zwischen Deck- und Bodenplatten aufeinanderliegender Wirbelkörper in der entsprechenden Endstellung und überträgt diese Werte auf die Röntgenaufnahme. Verglichen wird nun die Gesamtbewegung mit der Beweglichkeit in der entsprechenden Bewegungsrichtung.

DREXLER (1962) untersuchte röntgenanatomisch die Form und Krümmung der Halswirbelsäule in den verschiedenen Lebensaltern. Er unterscheidet nach diesen Untersuchungen einen gestreckten und einen echt lordotischen Typ. Das entscheidende Kriterium war für ihn die physiologisch vorkommende Lordose der Halswirbelsäule. Der gestreckte Typ -vornehmlich bei jungen Menschen vorhanden- zeigt auffallend kleine lordotische Winkelmaße in den Bewegungssegmenten der Halswirbelsäule. Auf den gestreckten Typ folgt der echt lordot. Typ. Bei beiden Typen findet man eine doppelt lordotische Krümmung. Die Krümmung ist hierbei im kranialen Teil bedeutend stärker als im kaudalen Teil. Das wohl wichtigste Ergebnis ist die Aussageunfähigkeit über die Halswirbelsäulenform in den einzelnen Abschnitten durch das Gesamtmaß der lordotischen Krümmung. In Höhe C₄₋₅₋₆ fand DREXLER (1962) einen Übergang vom lordotischen Typ zum gestreckten Typ, ja sogar in einem Abschnitt, der kyphotisch gekrümmt ist. Zusammenfassend nimmt die lordotische Krümmung ebenso wie die kyphotische Krümmung bei C₄₋₅₋₆ mit zunehmendem Alter ab.

LEWIT und KRAUSOVA (1963) führten den Beweis, daß die Bewegung in den oberen Kopfgelenken beim Vornicken

-und nicht beim Vorbeugen- am ergiebigsten ist. Dieser Befund ist verständlich, da bei der Vorbeuge auch die kaudal von C_2 gelegenen Halswirbelsäulenanteile mitbewegt werden. Relative Meßwerte erhielt DITTMAR (1931) bei seinen röntgenologischen Untersuchungen. Er untersuchte dabei die Bewegungsmöglichkeit verschiedener Wirbelsäulenabschnitte untereinander. Die Bewegungen wurden in verschiedenen Ebenen durchgeführt.

Auch BAKKE (1931) untersuchte die Wirbelsäule mit Hilfe des Röntgenbildes. Charakteristisch für seine Untersuchungen ist, daß er bei seinen Bewegungsmessungen die physiologische Krümmung der Wirbelsäule unberücksichtigt ließ.

LEWIT und KRAUSOVA (1963) bestimmten Flexion und Extension in den Kopfgelenken bei 50 Normalfällen. Sie ermittelten die Winkel zwischen der Foramen magnum-Ebene und der Atlasebene. Sie erhielten bei diesen röntgenologischen Untersuchungen exakte, d.h. zuverlässige Maximalwerte.

Alle Untersuchungen erbrachten Meßgrößen, die jedoch keine Hinweise auf die Abhängigkeit der Bewegung zur Belastung der Wirbelsäule ergaben. Besteht ein Einfluß der belasteten Wirbelsäule auf den Bewegungsumfang? Gibt es demnach Unterschiede in der regionalen Wirbelsäulenbeweglichkeit bei der "trainierten und untrainierten Wirbelsäule"? Beeinflußt also die sportliche Tätigkeit die Wirbelsäulenbeweglichkeit? Um diese Fragen zu beantworten, müssen wir Meßwerte des Bewegungsumfanges der Wirbelsäule bei Sportlern ermitteln. Die gefundenen Werte sollen mit denen bei "untrainierten Wirbelsäulen" gefundenen verglichen werden.

II) Material

Die Wirbelsäulenbeweglichkeit wurde bei 265 Sportlern*, die nach Alter und Geschlecht klassifiziert waren, gemessen. Um differenzierte Aussagen über die Belastung der Wirbelsäule und ihre Beweglichkeit machen zu können, wurden Sportarten ausgewählt, bei denen eine abgestufte Wirbelsäulenbelastung zu erwarten war.

Damit ergab sich folgende Verteilung des Probandengutes:

A) Männliche Sportler

	<u>Anzahl</u>	<u>Alter</u>
Handball	32	19-32
Fußball	26	18-26
Leichtathletik	53	18-30
Turnen	23	18-35
Schwimmen	14	20-34
Schwerathletik	12	20-28

b) Weibliche Sportler

	<u>Anzahl</u>	<u>Alter</u>
Leichtathletik	30	18-28
Turnen	29	18-26
Schwimmen	18	19-23
Gymnastik	15	18-23
Handball	13	18-22

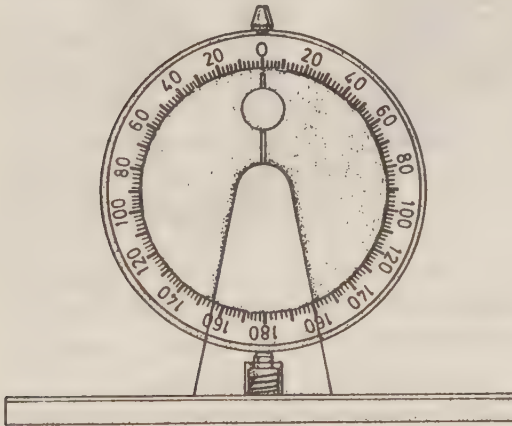
III) Methode

a) Beschreibung des Instrumentes

Als Meßinstrument benutzte ich das Hydrogoniometer nach RIPPSTEIN. Es besteht aus einem flüssigkeitsgefüllten

* Ich bedanke mich herzlichst bei den Sportlern des "Staatlichen Hochschulinstitutes für Leibeserziehung" an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. Besonderen Dank auch an Herrn Prof. Dr. med. Ulmer, der mich bei der Durchführung der Messungen sehr unterstützte.

Gehäuse mit graduierter Drehscheibe. Der Zeiger in diesem Gehäuse gibt jeweils die Lotlinie an, da er -mit einem Kunststoffkugeln versehen- unter Auftrieb steht.



Hydrogoniometer

b) Beschreibung der Meßdurchführung

Das Meßgerät wurde am Rücken, an genau definierten Punkten, (RIBKA, 1974) aufgelegt und der zu Untersuchende aufgefordert, Ventral- und Dorsalflexion sowie Lateralflexion nach rechts und links durchzuführen. Bei der Durchführung der Meßung wurde der angegebene Zeitabstand der Einzelmessungen und der Kontrollmessungen genau eingehalten. (Abb. 2)

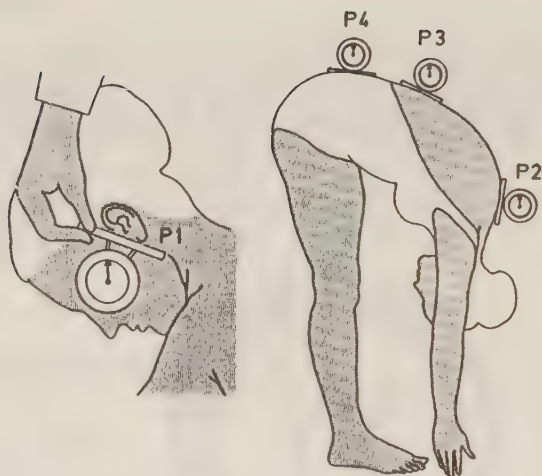


Abb. 2: Ansatzpunkte des Hydrogoniometers
(nach Stofft, Ribka)

P_1 : Messpunkt für HWS-Messung

P_2 - P_3 : Messpunkte für BWS-Messung

P_3 - P_4 : Messpunkte für LWS-Messung

Bei der Durchführung der Messung fordert man jeden Sportler auf, nacheinander Bewegungen in allen Wirbelsäulenbereichen durchzuführen. Bei der Lateralflexion im Halsbereich wurde darauf geachtet, daß die Schultern nicht angehoben wurden, um somit eine bessere Flexibilität vortäuschen zu können. Die Bewegungen im Brust- und Lendenbereich wurden nur mit gestrecktem Knie durchgeführt.

c) Statistische Methode

Zur statistischen Auswertung der gemessenen Bewegungsausmaße wurden folgende Untersuchungen durchgeführt.

1. Einfache Datenbeschreibung

Die 1. Messung wurde dabei nicht mit der 2. Messung verglichen. Aus den Meßdaten der einfachen Datenbeschreibung ging hervor, daß sich bei gemeinsamer Auswertung der ersten und zweiten Messung die Streuung unzulässig vergrößern würde.

2. Einfache Varianzanalyse zwischen den Geschlechtern innerhalb der gemeinsamen Sportgruppe (Leichtathletik, Schwimmen, Handball und Turnen).

3. Einfache Varianzanalyse mit anschliessendem Test nach Scheffé innerhalb der Geschlechter zwischen allen Sportgruppen und der Kontrollgruppe für jeden Bewegungsbereich.

Abb. 3

Mittelwerte für Flexion des Kopfes (Fallzahl s.S.10)

(obere Zahlenwerte=1. Messung

untere Zahlenwerte=2. Messung in allen Abbildungen 3 - 14)

Flexion des Kopfes

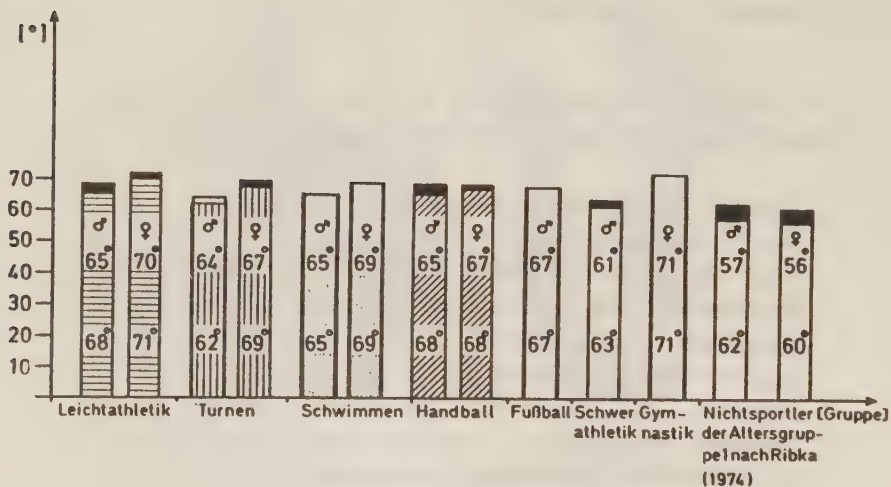
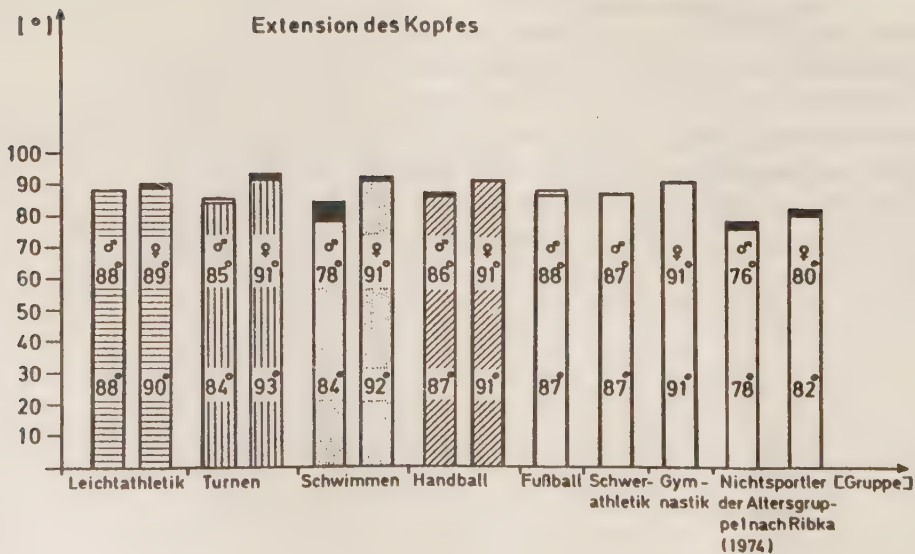


Abb. 4

Extension des Kopfes



IV. Untersuchungsergebnisse (Rohwerte siehe Anhang Tabl. 1-3)

A. Deskriptive Auswertung

1. Kopfbewegung *)

Bei den Leichtathleten liegt das Maximum des Bewegungsausmaßes für die Flexion des Kopfes bei 68° und das Minimum bei 65° . Die gleichen Werte finden sich bei den Handballern.

Die Gruppe der Turner und Turnerinnen zeigt bei dieser Bewegung auffallend niedrige Werte. Das Maximum beträgt bei den Turnern 64° , bei den Turnerinnen 69° , das Minimum 62° und 67° . Die Tabelle "Flexion des Kopfes" zeigt deutlich, daß die Schwerathleten das geringste Bewegungsausmaß aufweisen. Hier liegt der Maximalwert bei 63° , der Minimalwert bei 61° . Erwartungsgemäß hoch sind die Bewegungswerte bei der Gymnastik: Maximalwert und Minimalwert betragen 71° . Bei den Leichtathletinnen finden sich nahezu die gleichen Werte. Die Mittelwerte liegen bei den Nichtsportlern deutlich unter denen der Sportler. Die Differenz der Bewegungswerte zwischen den Nichtsportlern und der Gymnastik" beträgt beispielsweise 9° (Differenz der Maximalwerte) bzw. 14° (Differenz der Minimalwerte). (Abb. 3)

Bei der Extension des Kopfes sind nur geringfügige Unterschiede innerhalb der Sportgruppen zu erkennen. Die höchsten Werte erzielen die Turnerinnen mit einem Maximalwert von 93° und einem Minimalwert von 91° , die Schwimmerinnen ($92^{\circ}/91^{\circ}$), die Handballerinnen ($91^{\circ}/91^{\circ}$) und die Gymnastiktreibenden ($91^{\circ}/91^{\circ}$). Nichtsportler weisen eine deutliche Einschränkung bei der Dorsalflexion des Kopfes auf. Das Bewegungsausmaß liegt hier bei etwa 77° . (Abb. 4)

*) Alle Maximal- und Minimalwerte beziehen sich ausschliesslich auf die Mittelwerte.

Abb. 5

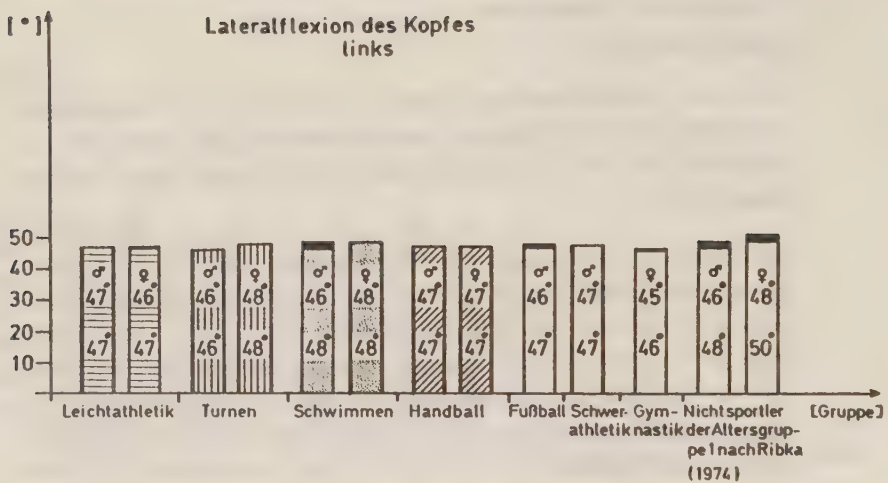
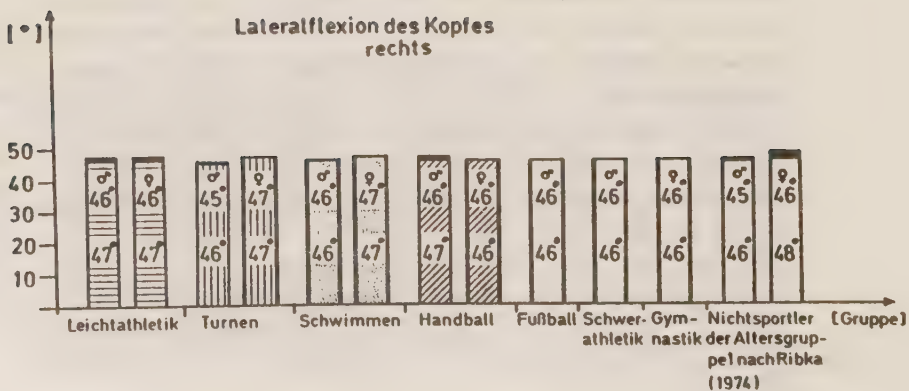


Abb. 6



Bei der Lateralflexion des Kopfes nach links lassen sich keine auffallenden Unterschiede zwischen den Sportlern und den Nichtsportlern nachweisen. Bei den Nichtsportlern ist der Wert der Lateralbeweglichkeit nach links um $1-2^{\circ}$ größer. (Abb. 5)

Der Maximalwert bei der Lateralflexion nach rechts beträgt bei den Sportlern und bei den Nichtsportlern etwa 48° , während die Minimalwerte bei 46° liegen. Auch bei dieser Bewegung sind keine großen Unterschiede zu finden. (Abb. 6)

2. Brustwirbelsäulenbewegung

Das größte Bewegungsausmaß bei der Flexion im Brustwirbelsäulenbereich zeigen die Schwimmer. Der Maximalwert liegt hier bei 35° , der Minimalwert bei 33° . Aber auch die Schwerathleten haben eine beachtliche Beweglichkeit der Brustwirbelsäule. Mit einem minimalen Wert von 32° liegen sie um 2° höher als die übrigen Sportgruppen. Die Differenz zwischen den Maximalwerten liegt gegenüber den Leichtathleten bei 2° , den Turnern bei 3° , den Handballern bei 3° und den Fußballern sogar bei 4° . Auffallend niedrige Werte finden sich bei den Turnern. Das Bewegungsausmaß beträgt hier 30° . Die wohl ausgiebigste Flexion im Brustwirbelsäulenbereich zeigen die Schwimmerinnen. Der größte Wert der Bewegung liegt bei 36° , der niedrigste bei 35° . Die Werte bei der „Gymnastik“ schwanken zwischen 33° und 36° , bzw. zwischen 32° und 33° . Im Ganzen gesehen gibt es jedoch bei dieser Bewegung keine großen Unterschiede zwischen den einzelnen Sportgruppen. Sehr deutlich heben sich jedoch die Werte bei der Flexion im Brustwirbelsäulenbereich der Nichtsportler von denen der Sportler ab. Bei den Nichtsportlern liegt der Maximalwert bei 27° , der Minimalwert bei 24° , bei den Nichtsportlerinnen bei 23° bzw. bei 21° . Das Bewegungsausmaß ist somit bei den Nicht-

Abb. 7

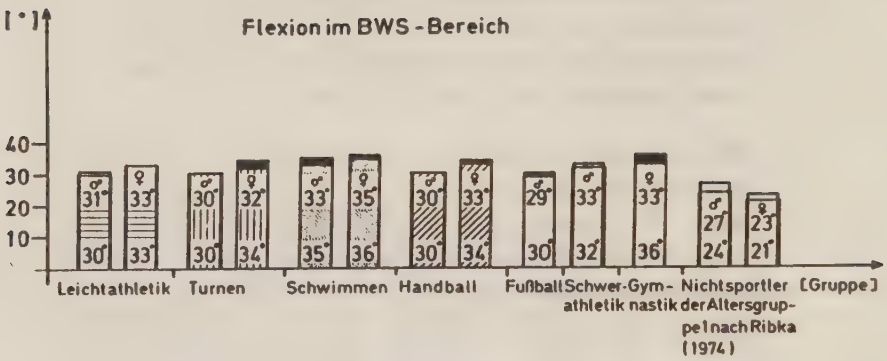
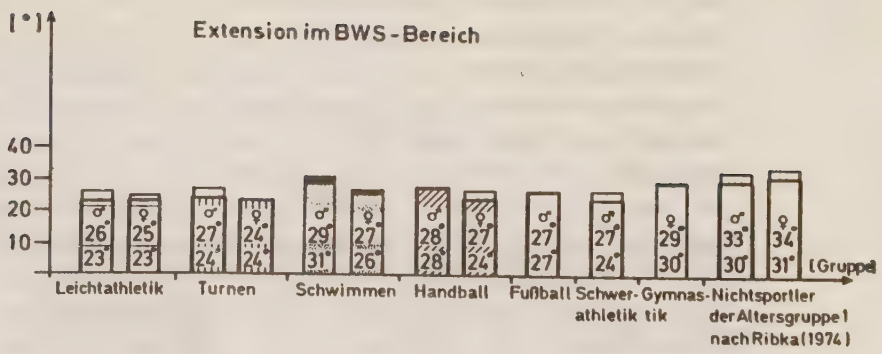


Abb. 8



sportlerinnen deutlich erniedrigt. (Abb. 7)

Bei der Extension im Brustwirbelsäulenbereich überwiegen die Werte der Nichtsportler. Mit einem maximalen Bewegungsausmaß von 33° bei den männlichen Nichtsportlern und 34° bei den weiblichen Nichtsportlern liegen die Werte um 4° bis 10° höher als bei den Sportlern. Erstaunlich gering ist die Extension bei den Turnerinnen. Hier befindet sich das Maximum und das Minimum bei 24° . Nur die Gruppe "Gymnastik" zeigt eine annähernd gleich große Extension. Mit einem Bewegungsausmaß von 30° erreicht die "Gymnastik" nahezu die gleichen Werte wie die Nichtsportler. Während bei der Lateralflexion nach rechts die Nichtsportler ähnliche Werte ($29^{\circ}/29^{\circ}$) wie die Sportler aufweisen, ist diese Bewegung bei den Nichtsportlerinnen eingeschränkt. Bei den Nichtsportlerinnen liegt das Maximum bei 27° , das Minimum bei 25° . Die höchsten Werte finden sich bei den Turnerinnen ($32^{\circ}/32^{\circ}$), bei den Schwimmerinnen ($33^{\circ}/31^{\circ}$) und bei den Handballerinnen ($32^{\circ}/32^{\circ}$). Erstaunlich niedrig ist die Lateralflexion nach rechts bei der "Gymnastik". Der höchste Wert liegt bei 30° , der niedrigste Wert bei 28° . (Abb. 8)

Die Gruppe der Nichtsportler weist bei der Lateralflexion nach links niedrigere Werte auf als die Sportler. Das Maximum und Minimum bei den Handballerinnen ist jedoch gegenüber den anderen Sportgruppen deutlich erniedrigt. Mit einem minimalen Wert von 25° liegen sie unter denen der anderen Sportgruppen. Das größte Bewegungsausmaß findet sich bei den Schwimmern ($36^{\circ}/34^{\circ}$), bei den Handballern ($35^{\circ}/35^{\circ}$), bei den Fußballern ($35^{\circ}/35^{\circ}$) und bei den Schwerathleten ($36^{\circ}/32^{\circ}$). Auch das Bewegungsausmaß der "Gymnastik" ist etwas geringer als bei den anderen Sportgruppen. (Abb. 9, 10)

3. Lendenwirbelsäulenbewegung

Mit einem Maximum von 64° und einem Minimum von 62° bei der Flexion im Lendenwirbelsäulenbereich liegen die männlichen Nichtsportler deutlich über den Werten der Leichtathleten ($58^{\circ}/57^{\circ}$), der Turner ($57^{\circ}/55^{\circ}$), der Schwimmer ($54^{\circ}/54^{\circ}$), der Handballer ($60^{\circ}/59^{\circ}$) und der Schwerathleten ($52^{\circ}/52^{\circ}$). Nur die Flexionswerte der Fußballer ($62^{\circ}/61^{\circ}$) erreichen annähernd das Maximum bzw. das Minimum der Nichtsportler. Bei diesem Vergleich fällt auf, daß das Bewegungsausmaß der Turner ($57^{\circ}/55^{\circ}$) eingeschränkt ist. Die niedrigsten Werte finden sich bei den Schwerathleten mit einem maximalen und minimalen Wert von 52° . Das Bewegungsmaximum der Gymnastiktreibenden liegt bei 59° , das Bewegungsminimum bei 58° . Die Werte der Turnerinnen und Schwimmerinnen sind mit 56° bzw. 55° etwas niedriger als die der "Gymnastik". Das geringste Bewegungsausmaß findet man bei den Leichtathletinnen und bei den Handballerinnen. Die Flexionswerte betragen bei den Leichtathletinnen 54° bzw. 53° und bei den Handballerinnen 53° bzw. 52° . Im Vergleich zu den Sportlerinnen ist das Bewegungsausmaß der weiblichen Nichtsportler mit 60° und 58° größer. Bei der Flexion überwiegen demnach die Werte der Gruppe der Nichtsportler. Die Turner zeigen größere Extensionswerte als die übrigen Sportler. Ihr Bewegungsmaximum beträgt 34° , ihr Bewegungsminimum 32° . Erstaunlich niedrig ist die Extension im Lendenwirbelsäulenbereich bei den Schwerathleten. Der maximale und der minimale Wert liegt hier etwa bei 25° . Bei den übrigen Sportlern ist die Extension annähernd gleich groß. Das Extensionsmaximum und das Extensionsminimum beträgt bei den Nichtsportlern 28° . Die Werte liegen bei den Nichtsportlerinnen bei 33° bzw. 31° .

Das größte Bewegungsausmaß unter den Sportlerinnen findet man bei den Turnerinnen. Ihr Maximum ist mit 41°

Abb. 9

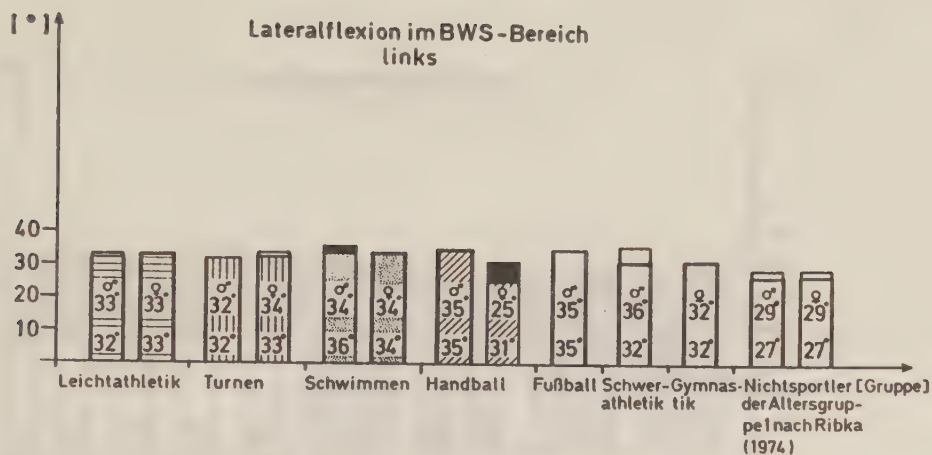


Abb. 10

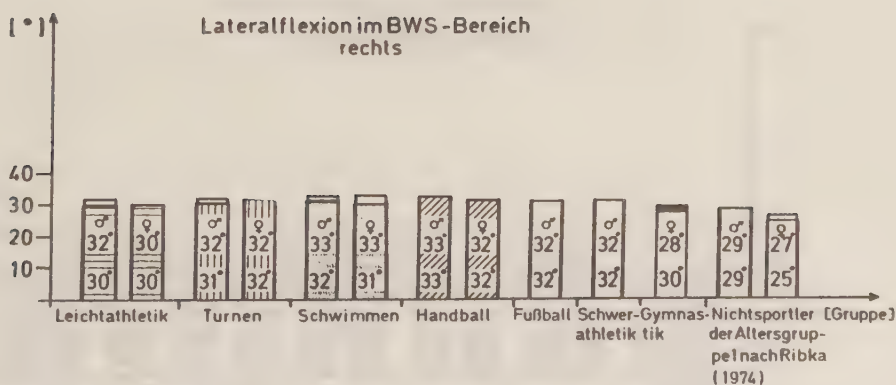


Abb. 11

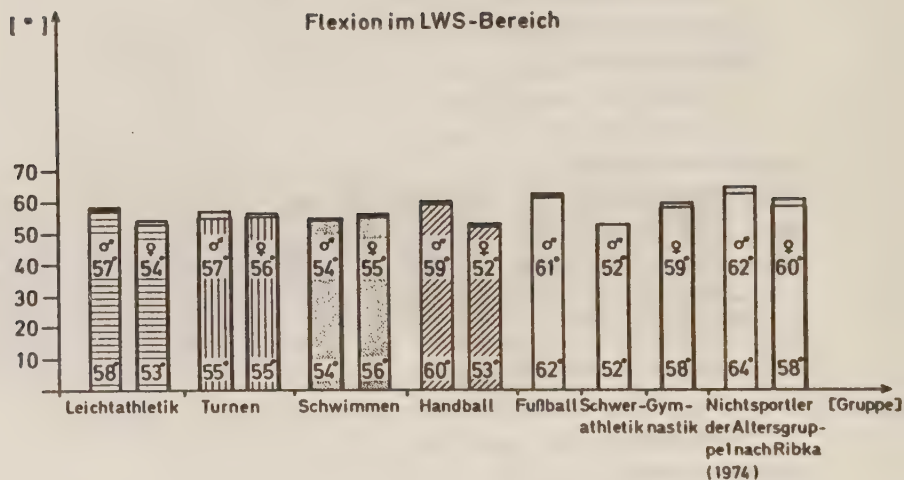


Abb. 12

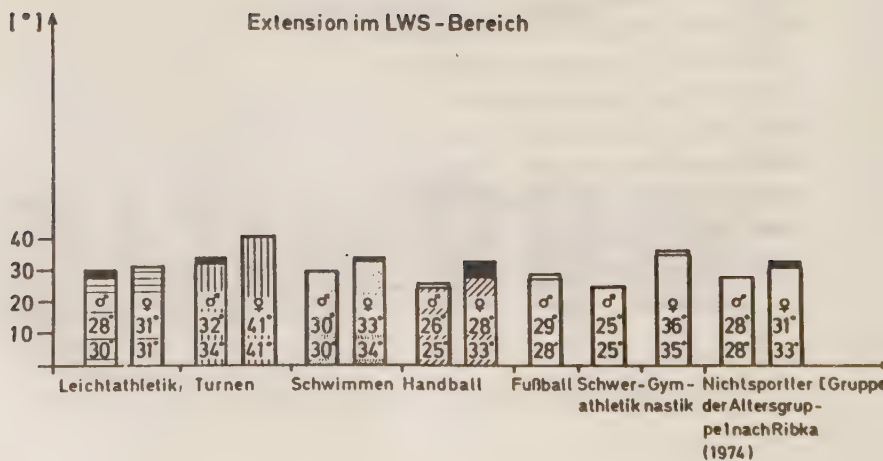


Abb. 13

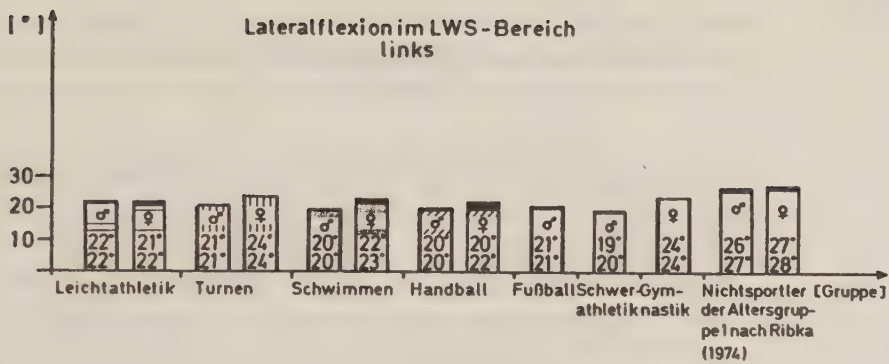
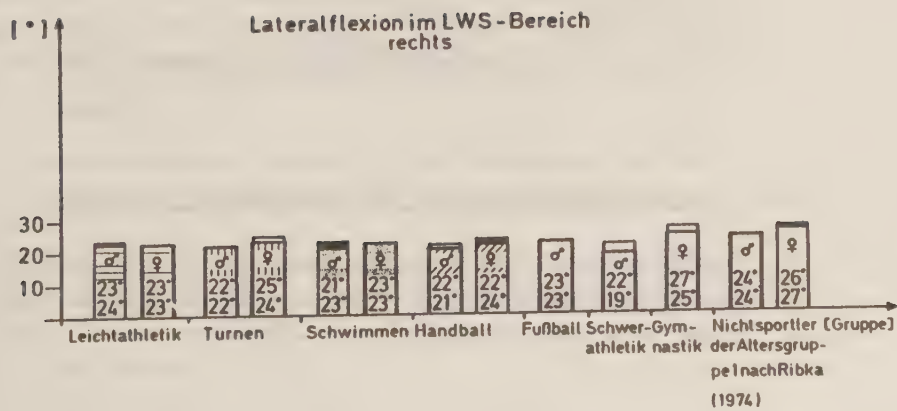


Abb. 14



um 5° größer, ihr Minimum mit 41° um 6° größer als das der "Gymnastik". (Abb. 11,12)

Die Bewegungswerte bei der Lateralflexion nach rechts im Lendenwirbelsäulenbereich sind bei den Sportlern etwa gleich groß wie bei den Nichtsportlern. Nur die Schwerathleten zeigen bei dieser Bewegung eine auffallende Einschränkung. Ihr Minimalwert beträgt nämlich nur 19° . Die Nichtsportlerinnen weisen mit 27° bzw. 26° ein etwas größeres Bewegungsausmaß auf als die Sportlerinnen. Nur die "Gymnastik" zeigt ähnliche Werte ($27^{\circ}/25^{\circ}$).

Deutlicher als bei der Lateralflexion nach rechts überwiegen die Werte der Nichtsportler bei der Lateralflexion nach links. Das Maximum der Bewegung liegt bei den Nichtsportlern bei 27° , bei den Nichtsportlerinnen bei 28° , das Minimum bei 26° bzw. bei 27° . Die niedrigsten Werte findet man bei den Schwerathleten ($20^{\circ}/19^{\circ}$). Die Turnerinnen ($24^{\circ}/24^{\circ}$), die Schwimmerinnen ($23^{\circ}/22^{\circ}$) und die "Gymnastik" ($24^{\circ}/24^{\circ}$) weisen die größten Bewegungswerte unter den einzelnen Sportgruppen auf. (Abb. 13,14)

IV.B. Statistische Auswertung der Tabellen a, b und c

Die einzelnen Varianzanalysen mit und ohne Scheffé-Test, die den Tabellen a, b und c zugeordnet werden, sind im Anhang (s.S. 37 - 61) aufgeführt.

In der Tabelle a sind die Testergebnisse bei Vergleich zwischen den Sportgruppen und der Kontrollgruppe zusammenfassend dargestellt.

Aus der Tabelle a ist folgendes zu entnehmen:

1. Sowohl bei der Flexion bzw. Extension im Kopfbereich als auch bei der Lateralflexion_{links} im Brustbereich überwiegen die Bewegungswerte der Sportler.
2. Das Bewegungsausmaß bei der Lateralflexion_{links} im Lendenbereich ist bei der Kontrollgruppe (Nichtsportler) größer als bei den Sportlern. Obwohl bei der Flexion im Brustbereich ebenso wie bei der Flexion und Extension im Lendenbereich die Varianzanalyse auffällig war, erbrachte der anschließende Scheffé-Test keinen signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe.

Die Tabelle b zeigt das Verhalten der Sportlerinnen zur Kontrollgruppe. Hierbei ergab sich folgendes:

1. Bei der Flexion und Extension im Kopfbereich sowie bei der Flexion, Lateralflexion_{rechts} und Lateralflexion_{links} im Brustbereich ist die Beweglichkeit der Sportlerinnen gegenüber der Kontrollgruppe erhöht.
2. Bei der Lateralflexion_{links} im Lendenbereich überwiegen die Bewegungswerte der Kontrollgruppe.

Die Tabelle c demonstriert die Unterschiede zwischen den Geschlechtern innerhalb der gemeinsamen Sportgruppe. Eine ausführliche Aufschlüsselung findet sich auf den Seiten 37 - 40.

TABELLE a

Vergleich zwischen allen Sportgruppen und der KontrollgruppeA) MAENNERTESTERGEBNIS

BEWEGUNGSART	(BEREICH)	1. MESSUNG	2. MESSUNG
FLEXION	(Kopf)	Varianzanalyse:++ Scheffé: Gruppennummer 7 1 > ++ 4 > + 5 > ++	Varianzanalyse:+ Scheffé: -
EXTENSION	(Kopf)	Varianzanalyse:++ Scheffé: Gruppennummer 3 7 1 > > ++ 2 > > ++ 4 > > ++ 5 > > ++ 6 > > +	Varianzanalyse:++ Scheffé: Gruppennummer 7 1 > ++ 4 > ++ 5 > ++
LATERALFLEXION	rechts (Kopf)	Varianzanalyse:- Scheffé: -	Varianzanalyse:- Scheffé: -
LATERALFLEXION	links (Kopf)	Varianzanalyse:- Scheffé: -	Varianzanalyse:- Scheffé: -
FLEXION	(Brust)	Varianzanalyse:- Scheffé: -	Varianzanalyse:++ Scheffé: -
EXTENSION	(Brust)	Varianzanalyse:- Scheffé: -	Varianzanalyse:- Scheffé: -
LATERALFLEXION	rechts (Brust)	Varianzanalyse:- Scheffé: -	Varianzanalyse:- Scheffé: -
LATERALFLEXION	links (Brust)	Varianzanalyse:++ Scheffé: -	Varianzanalyse:++ Scheffé: Gruppennummer 7 1 > + 3 > + 4 > ++ 5 > ++
FLEXION	(Lende)	Varianzanalyse:+ Scheffé: -	Varianzanalyse:++ Scheffé: -
EXTENSION	(Lende)	Varianzanalyse:- Scheffé: -	Varianzanalyse:+ Scheffé: -
LATERALFLEXION	rechts (Lende)	Varianzanalyse:- Scheffé: -	Varianzanalyse:- Scheffé: -
LATERALFLEXION	links (Lende)	Varianzanalyse:++ Scheffé: Gruppennummer 7 1 < + 4 < ++ 5 < + 6 < +	Varianzanalyse:++ Scheffé: Gruppennummer 7 1 < ++ 2 < ++ 3 < ++ 4 < ++ 5 < ++ 6 < ++

Gruppennummern: 1 Leichtathletik, 2 Turnen, 3 Schwimmen, 4 Handball, 5 Fußball, 6 Schwerathletik, 7 Kontrollgruppe

Zeichenerklärung: +=auffälliger Unterschied ++=signifikanter Unterschied
 --kein signifikanter Unterschied
 1 > 7 bedeutet: Bewegungswerte der Gruppe 1 sind größer als die der Kontrollgruppe

TABELLE b

) FRAUEN

		TESTERGEBNIS	
BEGUNGSART (BEREICH)		1. MESSUNG	2. MESSUNG
FLEXION	(Kopf)	Varianzanalyse:++ Scheffé:	Varianzanalyse:++ Scheffé:
		Gruppennummer 6	Gruppennummer 6
		1 > ++	1 > ++
		2 > ++	2 > ++
		3 > ++	3 > ++
		4 > ++	5 > ++
XTENSION	(Kopf)	Varianzanalyse:++ Scheffé:	Varianzanalyse:++ Scheffé:
		Gruppennummer 6	Gruppennummer 6
		1 > ++	1 > ++
		2 > ++	2 > ++
		3 > ++	3 > ++
		4 > ++	5 > ++
ATERALFLEXION	rechts (Kopf)	Varianzanalyse:- Scheffé: -	Varianzanalyse:- Scheffé: -
ATERALFLEXION	links (Kopf)	Varianzanalyse:- Scheffé: -	Varianzanalyse:- Scheffé: -
FLEXION	(Brust)	Varianzanalyse:++ Scheffé:	Varianzanalyse:++ Scheffé:
		Gruppennummer 6	Gruppennummer 6
		1 > +	1 > ++
		2 > +	2 > ++
		3 > +	3 > ++
			4 > +
XTENSION	(Brust)	Varianzanalyse:++ Scheffé: -	Varianzanalyse:- Scheffé: -
	ATERALFLEXION	rechts (Brust)	Varianzanalyse:++ Scheffé:
			Gruppennummer 6
			1 > +
			2 > ++
			4 > +
ATERALFLEXION	links (Brust)	Varianzanalyse:+ Scheffé: -	Varianzanalyse:++ Scheffé:
			Gruppennummer 6
			1 > ++
			2 > ++
			3 > +
FLEXION	(Lende)	Varianzanalyse:- Scheffé: -	Varianzanalyse:- Scheffé: -
	XTENSION	(Lende)	Varianzanalyse:+ Scheffé: -
			Gruppennummer 4 6
			2 > ++
ATERALFLEXION	rechts (Lende)	Varianzanalyse:- Scheffé: -	Varianzanalyse:++ Scheffé: -
	ATERALFLEXION	links (Lende)	Varianzanalyse:++ Scheffé:
			Gruppennummer 6
			1 < ++
			4 < ++

Gruppennummern: 1 Leichtathletik, 2 Turnen, 3 Schwimmen, 4 Handball,
5 Gymnastik, 6 Kontrollgruppen

TABELLE c

Einfache Varianzanalyse zwischen den Geschlechtern
innerhalb der gemeinsamen Sportgruppe

		TESTERGEBNIS							
		1. MESSUNG				2. MESSUNG			
BEWEGUNGSART	BEREICH	1	2	3	4	1	2	3	4
FLEXION	(Kopf)	+	-	-	-	-	-	-	-
EXTENSION	(Kopf)	-	++	-	++	-	++	-	++
LATERALFLEXION _{rechts}	(Kopf)	-	-	-	-	-	-	-	-
LATERALFLEXION _{links}	(Kopf)	-	-	-	-	-	-	-	-
FLEXION	(Brust)	-	-	-	-	-	-	-	-
EXTENSION	(Brust)	-	-	-	-	-	-	-	-
LATERALFLEXION _{rechts}	(Brust)	-	-	-	-	-	-	-	-
LATERALFLEXION _{links}	(Brust)	-	-	-	-	-	-	-	-
FLEXION	(Lende)	-	-	-	-	-	-	-	-
EXTENSION	(Lende)	-	-	-	++	-	-	++	-
LATERALFLEXION _{rechts}	(Lende)	-	-	-	++	-	-	-	-
LATERALFLEXION _{links}	(Lende)	-	-	-	+	-	+	-	+

Bedeutung der in der Tabelle benutzten Nummern:

1 Leichtathletik, 2 Schwimmen, 3 Handball, 4 Turnen

Eine Deutung der in der Tabelle aufgeführten Zeichen findet sich auf den Seiten 37 - 40.

V. Diskussion

Die Bewegungswerte meiner Untersuchungen an 265 Sportlern stellen die Abhängigkeit der Bewegung zur Belastung der Wirbelsäule dar. Es sollte damit gezeigt werden, ob die sportliche Tätigkeit die Wirbelsäulenbeweglichkeit beeinflusst.

Bei der Durchführung der Untersuchung benutzte ich das Hydrogoniometer nach RIPPSTEIN. Gemessen wurde an genau lokalisierten Stellen der Wirbelsäule. Allein schon aus der Art der Durchführung geht hervor, daß meine Meßwerte keine Normwerte sind. Die Methode birgt einige Fehlerquellen in sich. Wird der Proband z. B. aufgefordert, den Kopf nach ventral zu flektieren, so versucht er den Kopf nach lateral zu drehen oder er "nickt" nur im Atlanto-occipital-Gelenk. Bei der Messung in den übrigen Wirbelsäulenabschnitten ist sehr genau darauf zu achten, daß der Proband nur die ihm vorgeschriebene Bewegung durchführt. (Meßgenauigkeit und Eichung des Gerätes wurden von WAGENHÄUSER 1968 ausführlich diskutiert).

Nach einer genau eingehaltenen Ruhepause wird der Sportler nochmals aufgefordert, die ihm nunmehr bekannten Bewegungen durchzuführen. Die Fehlerquote ist jetzt geringer, da jetzt die vorgeschriebenen Bewegungen genau durchgeführt werden.

Vergleicht man die Meßwerte der 1. und der 2. Messung miteinander, so erkennt man keine auffallenden Unterschiede. Die größten Abweichungen zeigen die Schwimmer ($\Delta 6^\circ$) bei der Extension des Kopfes und die Handballerinnen ($\Delta 6^\circ$) bei der Lateralflexion nach links im BWS-Bereich.

Die Messungen wurden von mir mit größter Sorgfalt durchgeführt und erlaubten daher auch einen Vergleich mit den Meßwerten anderer Autoren.

VIRCHOW (1909, 1911, 1928) untersuchte Wirbelsäulen, die von Rippen und Weichteilen befreit waren. Er fand, daß die Ventral- und Dorsalflexion im Thorakalbereich am geringsten und im Cervikalbereich am größten ist. Brust- und Lendenbereich weisen bei ihm größere Unterschiede auf als Lenden- oder Halswirbelsäulenbereich. Er untersuchte die Flexibilität zwischen Epistropheus - Th₁, C₇ - Th₁₂ und Th₁₁ - Os sacrum.

Bewegungswerte bei VIRCHOW:

	dorsaler Biegunsbetrag	ventraler Biegunsbetrag
Epistropheus - Th ₁	63°	70°
C ₇ - Th ₁₂	54°	55°
Th ₁₁ - Os sacrum	46°	61°

Vergleicht man den ventralen Bewegungswert von VIRCHOW mit den von mir gemessenen Sportlern, so erreichen nur die Leichtathletinnen ($70^{\circ}/71^{\circ}$), die Turnerinnen ($67^{\circ}/69^{\circ}$), die Schwimmerinnen ($69^{\circ}/69^{\circ}$) und die "Gymnastik" ($71^{\circ}/71^{\circ}$) die Werte von VIRCHOW. Alle übrigen Sportgruppen liegen ebenso wie die Nichtsportler deutlich darunter. Der dorsale Biegungsbetrag der Halswirbelsäule von VIRCHOW erreicht in keinem Fall meine Meßwerte.

Im Brustwirbelsäulenbereich liegen VIRCHOWS Werte auffallend über meinen ermittelten Werten. Den ventralen Biegungsbetrag im LWS-Bereich von 61° erreichen nur die Handballer ($59^{\circ}/60^{\circ}$), die Fußballer ($61^{\circ}/62^{\circ}$) und die männlichen Nichtsportler ($62^{\circ}/64^{\circ}$). Meine Meßwerte bei der Extension der Lendenwirbelsäule entsprechen nicht annähernd dem dorsalen Biegungsbetrag von VIRCHOW. Der Unterschied ist zweifellos dadurch bedingt, dass VIRCHOW seine Untersuchungen an präparierten Wirbelsäulen durchführte.

Auch FICK (1911) befaßte sich mit der Beweglichkeit der Wirbelsäule. Seine Messungen führte er an Kadavern - also an totem Material- durch.

Bewegungswerte bei FICK

	Dorsal	Ventral	Lateral
HWS	90°	90°	75°
BWS	35°	110°	85°
LWS	70°	40°	40°

Bei der Ventralflexion der Halswirbelsäule überwiegen die Meßwerte von FICK deutlich gegenüber meinen Werten. Bei der Extension des Kopfes erreichen die Sportler nahezu das gleiche Bewegungsausmaß wie bei FICK. Nur die Turner ($85^{\circ}/84^{\circ}$), Schwimmer ($78^{\circ}/84^{\circ}$) und die Nichtsportler liegen unter den Werten. Die Lateralflexion der Halswirbelsäule ist bei FICK geringer als bei den Sportlern bzw. Nichtsportlern.

Sehr stark erhöht ist bei FICK die Ventralflexion der Brustwirbelsäule.

Die von mir gemessenen Werte bei der Ventralflexion der Lendenwirbelsäule sind deutlich höher als bei FICK. Der dorsalflektorische Wert liegt in diesem Bereich bei FICK höher als bei den Sportgruppen oder bei den Nichtsportlern. Gegenüber den Sportgruppen und den Nichtsportlern ist das laterale Bewegungsausmaß erniedrigt.

ANDERSSON und EKSTRÖM (1940) untersuchten die Flexibilität der Wirbelsäule an zwei männlichen und an einer weiblichen Leiche. Beide fanden, daß die Lateralflexion der Lendenwirbelsäule fast ebenso groß ist wie die Anteflexion. Bei meinen eigenen Untersuchungen war dies weder bei den Sportlern noch bei den Nichtsportlern nachzuweisen. ANDERSSON und EKSTRÖM stellten fest, daß die Anteflexion im BWS-Bereich ebenso groß ist oder auch größer als die Retroflexion. Diese Befunde stimmen mit meinen überein. Sicherlich genügt es nicht -wie bei ANDERSSON und EKSTRÖM- exakte Aussagen bei Flexibilitätsmessungen an drei Leichen zu machen.

MOLL und WRIGHT (1971) untersuchten nach einer Modifikation nach SCHÖBER (1937) 237 Patienten, davon 119 Männer und 118 Frauen. Sie kamen zu folgendem Ergebnis: "Male mobility exceeded female mobility in anterior flexion and extension. Female mobility exceeded male mobility in lateral flexion". Nach eingehender Untersuchung meiner Werte kann ich mich dieser Aussage nicht anschließen. Die Flexion im BWS-Bereich überwiegt sogar bei den Sportlerinnen. Nur bei der Lateralflexion nach links in der Lendenwirbelsäule sind die Bewegungswerte der Sportlerinnen gegenüber denen der Sportler deutlich erhöht. Auch die Nichtsportlerinnen zeigen gegenüber den Nichtsportlern bei der Lateralflexion nach links in der Lendenwirbelsäule höhere Werte. Auf Grund meiner Untersu-

chungsbefunde ist es mir nicht möglich, eine allgemeine Aussage, ähnlich der von MOLL und WRIGHT, zu machen.

Aussagekräftiger ist sicherlich der Vergleich mit röntgenologisch gefundenen Meßwerten.

BAKKE (1931) untersuchte 20 Frauen und 24 Männer röntgenologisch. Er stellte fest, daß Menschen, die Sport betreiben, eine größere Beweglichkeit der Wirbelsäule aufweisen als untrainierte. Meine Untersuchungen zeigten, daß die Sportler gegenüber den Nichtsportlern eine bessere Flexibilität bei der Flexion und Extension im Kopfbereich, bei der Flexion, Lateralflexion nach rechts und Lateralflexion nach links der Brustwirbelsäule aufweisen. Bei der Extension der Brustwirbelsäule und bei der Lateralflexion nach links der Lendenwirbelsäule überwiegen die Werte der Nichtsportler.

Bei BAKKE findet sich die größte ventrale Beweglichkeit zwischen Th_1 und Th_2 . Diese Aussage stimmt auch mit meinen gefundenen Meßwerten überein.

Bewegungswerte bei BAKKE

	Dorsal	Ventral	Lateral
HWS	64,2°	16,3°	23°
BWS	22°	45,9°	30,6°
LWS	54,2°	16,4°	24,3°

Die Meßwerte bei den Bewegungen der Halswirbelsäule liegen bei BAKKE weit unter meinen Werten. Ich kann aber BAKKE darin zustimmen, daß im HWS-Bereich eine überwiegend dorsale Beweglichkeit vorliegt. Im BWS-Bereich findet sich eine größere ventrale Flexibilität der Sportler gegenüber den Nichtsportlern. Die Nichtsportler dagegen zeigen eine bessere Extension der Brustwirbelsäule. Im Bereich der Lendenwirbelsäule erhalte ich ein völlig

anderes Bewegungsbild als BAKKE. Hier überwiegt deutlich die Flexion.

Im bezug auf die lateralflektorischen Werte läßt sich aussagen, daß sich nur die Werte bei der Lateralflexion der Lendenwirbelsäule bei BAKKE und bei mir annähernd gleichen. Im HWS-Bereich finde ich ebenso wie im Brustbereich höhere Werte.

Es ist offenbar, daß eine Aussage über das Bewegungsausmaß bei Sportlern und Nichtsportlern "im Rahmen der körperlichen Untersuchung" (WAGENHÄUSER, S. 35, 1968) sehr schwer ist. WAGENHÄUSER (S. 35, 1968) meint: "Der funktionelle Wirbelsäulenstatus ist problematischer als der entsprechende Gelenkstatus, das ist aber kein Grund, ihn zu vernachlässigen oder gar auf ihn zu verzichten". Eine genaue Diagnose über den Bewegungsablauf macht z.B. der Röntgenologe nur in Ausnahmefällen. Die Beurteilung im Röntgenbild erfolgt meist durch eine seitliche oder durch eine a.p.-Aufnahme der unbewegten Wirbelsäule. Die Klinik untersucht demnach die Wirbelsäule in ihrer Gesamtheit.

Durch meine Messungen versuchte ich eine Übersicht über das Bewegungsausmaß in den einzelnen Wirbelsäulenabschnitten zu bekommen. Ich empfand es daher für sehr wichtig, exakte Übungen bei den Sportlern und Nichtsportlern zur Bestimmung der Beweglichkeit im Hals-, Brust- und Lendenbereich durchführen zu lassen. Natürlich ist das Messen mit dem Hydrogoniometer nicht ohne Fehler möglich, dennoch glaube ich, eine Aussage über die Beweglichkeit der Wirbelsäule machen zu können.

Erst durch die statistische Untersuchung, wie sie mit Hilfe der "Einfachen Varianzanalyse" und dem Test von SCHEFFE von uns durchgeführt wurde, können die Meßergebnisse eine Aussagekraft erlangen und zu einem Vergleich zwischen Sportlern und Nichtsportlern herangezogen werden.

Beim Vergleich der Bewegungswerte fällt auf, daß die Sportler im Kopfbereich eine größere Flexion und Extension aufweisen als die Kontrollgruppe.

Die Sportlerinnen sind bei der Flexion und bei der Extension im Kopfbereich und bei der Flexion und Lateralflexion rechts im Lendenbereich beweglicher als die Nichtsportlerinnen. Bei der Lateralflexion links im Lendenbereich ist das Bewegungsausmaß der Kontrollgruppe größer als bei den Sportlern bzw. Sportlerinnen.

Die sportliche Tätigkeit führt zu einer erhöhten Belastung der Wirbelsäule. Sicherlich stehen hierbei Veränderungen des Knochen- Knorpel-, sowie des Bindegewebegerüstes im Vordergrund. Dies erklärt, daß infolge der erhöhten Belastung der Wirbelsäule die Beweglichkeit im Lendenbereich bei den Sportlern eingeschränkt ist.

Im Kopfbereich jedoch sind die Sportler beweglicher als die Nichtsportler. Die statische Belastung ist im Kopfbereich nicht so groß wie in den kaudalen Abschnitten der Wirbelsäule, so daß durch das ausgeprägte Training der Sportler die Beweglichkeit in dieser Region größer ist als bei den Nichtsportlern.

VI. Zusammenfassung

Das Ausmaß der Wirbelsäulenbeweglichkeit wurde bei 160 Sportlern und bei 105 Sportlerinnen gemessen.

Von den 160 Sportlern betrieben 53 Leichtathletik, 32 Handball, 23 Turnen, 26 Fußball, 14 Schwimmen und 12 Schwerathletik. Das Durchschnittsalter betrug bei den Leichtathleten 23,4 Jahre, bei den Handballern 23,2 Jahre, bei den Turnern 23,7 Jahre bei den Fußballern 22 Jahre, bei den Schwimmern 24,4 Jahre und bei den Schwerathleten 24 Jahre. Von den 105 Sportlerinnen betrieben 30 Leichtathletik, 29 Turnen, 18 Schwimmen, 15 Gymnastik und 13 Handball. Das Durchschnittsalter lag bei den Leichtathletinnen bei 20,6 Jahren, bei den Turnerinnen bei 20,5 Jahren, bei den Schwimmerinnen bei 20,7 Jahren, bei der Gymnastik bei 20,3 Jahren und bei den Handballerinnen bei 20,0 Jahren.

Gemessen wurde mit dem Hydrogoniometer. Das Meßgerät wurde am Rücken an genau definierten Stellen dem zu Untersuchenden aufgelegt. Der Proband wurde dann aufgefordert, die Wirbelsäule ventral, dorsal und lateral zu beugen. Die Meßwerte wurden festgehalten und mit den Werten der Kontrollmessungen statistisch ausgewertet und in Einzeldarstellung graphisch erläutert.

Die statistische Auswertung ergab folgende Ergebnisse:

1. Bei der Flexion und bei der Extension im Kopfbereich überwiegen die Bewegungswerte der Sportler.
2. Das Bewegungsausmaß bei der Lateralflexion links im Lendenbereich ist bei der Kontrollgruppe (Nichtsportler) größer als bei den Sportlern.

3. Bei der Bewegung in den übrigen Regionen der Wirbelsäule ist zwischen den Sportlern und der Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied nachweisbar.
4. Vergleicht man das Bewegungsausmaß der Sportlerinnen mit dem der Kontrollgruppe, so zeigt sich, daß die Bewegungswerte der Sportlerinnen bei der Flexion und bei der Extension im Kopfbereich ebenso wie bei der Flexion, Lateralflexion_{rechts} und Lateralflexion_{links} im Brustbereich größer sind als bei der Kontrollgruppe.
5. Die Kontrollgruppe ist im Lendenbereich beweglicher als die Leichtathletinnen und die Handballerinnen.
6. Das Bewegungsausmaß bei der Lateralflexion_{links} im Brustbereich ist bei den Nichtsportlerinnen kleiner als bei den Leichtathletinnen, den Turnerinnen und den Schwimmerinnen.

Bei der einfachen Varianzanalyse zwischen den Geschlechtern innerhalb der gemeinsamen Sportgruppe ergibt sich folgendes:

7. Bei der Extension im Kopfbereich zeigen die Schwimmerinnen, Handballerinnen und Turnerinnen höhere Werte als die Männer.
8. Ebenso ist das Bewegungsausmaß bei der Lateralflexion_{links} im Lendenbereich bei den Schwimmerinnen und die Lateralflexion_{rechts} im Lendenbereich bei den Turnerinnen größer als bei den Sportlern.
9. Die Flexion im Kopfbereich ist bei den Leichtathletinnen ausgeprägter als bei den Leichtathleten.

Literaturverzeichnis

- ANDERSSON, N. und EKSTRÖM, T. Über die Beweglichkeit der Wirbelsäule
Gegenbaur Morph. Jhrb. H. 2, 85,
135-185 (1940)
- BAKKE, S.N. Röntgenologische Beobachtungen
über die Beweglichkeit der Wirbelsäule
Acta radiol. Suppl. XIII Stockholm
1931
- BENNINGHOFF (1931) Anatomie funktioneller Systeme
Gegenbaur Morph. Jhrb. 65, 11-45
(1931)
- CLARA (1949) Entwicklungsgeschichte des Menschen
Quelle & Meyer, Heidelberg 1949
- CRAMER, A. Statik, Dynamik und Chiropraktik,
21-24, Hippokrates 1955
- CRAMER, A. Die funktionelle Röntgendiagnostik
des Beckenringes 332-334, Hippo-
krates 1955
- DITTMAR, O. Beobachtungen an den Gelenkfort-
sätzen der Lendenwirbel bei sagit-
tal- und lateralflexorischer
Bewegung
Zschr. f. Anat. u. Entw. 93,
477-483 (1930)
- DREXLER, L. Röntgenanatomische Untersuchungen
über Form und Krümmung der Hals-
wirbelsäule in den verschiedenen
Lebensaltern. Die Wirbelsäule in
Forschung und Praxis 23, (1962)
- DZIALLAS, P. Zur Anatomie und Funktion der
Wirbelsäule
Zschr. für angewandte Bäder- und
Klimaheilkunde 8, 132-145 (1961)
- FICK, R. Handbuch der Anatomie und Mechanik
der Gelenke
G. Fischer, Jena 3. Terl.,
103-110 (1911)
- HACKETHAL, K.H. Ein Verfahren zur genauen Be-
stimmung der Wirbelsäulenbeweg-
lichkeit
Die Wirbelsäule in Forschung und
Praxis 25, (1961)

- KNESE, K.H. Kopfgelenk, Kopfhaltung und Kopfbewegung des Menschen
Zschr. für Anat. und Entw. 114, 67-107 (1949/50)
- LEWIT, K. und KRAUSOVA, L. Beitrag zur Flexion der Halswirbelsäule
Fortsch. Röntgenstr. 97, 38-44 (1962)
- LEWIT, K. und KRAUSOVA, L. Messungen von Vor- und Rückbeuge in den Kopfgelenken
Fortsch. Röntgenstr. 99, 539-543 (1963)
- MOLL, J.M.H. and WRIGHT, V. Normal range of spinal mobility
Ann. rheum. Dis. 30, 381-386 (1971)
- PAPASTAVROU, N. und ECKE, H. Bewegungsmessungen an der Wirbelsäule
Monatsschr. f. Unfallk. 74. Jhrg. H. 11 495-503 (1971)
- SOLLMANN, A.H. Measurements of spine dynamics
Arch. phys. Ther. 10, 421-429 (1958)
- SCHMORL, G. und JUNGHANS, H. Die gesunde und kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik
Thieme, Stuttgart 1957
- STOFFT, E. Die Wirbelsäulenregionen und ihre morphologische Besonderheiten
Phys. Med. und Reh., Z. f. allgem. und spez. Medizin 14. Jhrg. H. 4, 97-102 (1973)
- STOFFT, E. Zur Morphologie der unteren Wirbelsäulenregion
Phys. Med. und Reh., Z. f. allgem. und spez. Medizin 12. Jhrg. H. 4, 69-73 (1971)
- VIRCHOW, H. Eigenform der Wirbelsäule
Verh. Anat. Ges. 25, 157-164 (1909)
- VIRCHOW, H. Sagittalbiegung der Wirbelsäule
Verh. Anat. Ges. 25, 176 (1911)
- WAGENHÄUSER, F.J. Bewegungsdiagnostik der Wirbelsäule in ihrer Gesamtheit und in ihren Regionen
Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, 40, 35-43 (1968)

VIII. Anhang

	Seite
Einfache Datenbeschreibung der Rohwerte	28
Transformierte Mittelwerte der Bewegungsmessungen von Brust-Lendenwirbelsäule (I) und Mittelwerte im Kopfbereich (II)	31
Bedeutung der einfachen Varianzanalyse und Test von SCHEFFE	34
Bedeutung der Abkürzungen bei der "Einfachen Varianzanalyse" ** und bei der "Varianzanalyse mit anschliessendem Test von SCHEFFE"	35
Bedeutung der Gruppennummern beim SCHEFFE-Test	36
Einfache Varianzanalyse zwischen Männern und Frauen (Leichtathletik, Schwimmen, Handball und Turnen)	37
Einfache Varianzanalyse mit anschliessendem SCHEFFE-Test (Männer und Frauen)	41

** CLAUSS, G. und EBNER, H.
Grundlagen der Statistik für Psychologen,
Pädagogen und Soziologen
Deutsch, Frankfurt/M., Zürich 1972

Tabelle 1 - 3

Bei der einfachen Datenbeschreibung der Rohwerte sind jeweils die Bewegungswerte der 1. und 2. Messung aufgeführt.

Die dabei verwendeten Abkürzungen bedeuten:

GR = Gruppe

GE = Geschlecht

FZ = Fallzahl

AL = Alter

GW = Gewicht

Gr = Größe

FL = Flexion

EX = Extension

Lf_r = Lateralflexion_{rechts}

Lf_l = Lateralflexion_{links}

Th₁ = 1. Brustwirbeldorn

Th₁₂/L₁ = 12. Brustwirbeldorn/1. Lendenwirbeldorn

L₅/S₁ = 5. Lendenwirbeldorn/1. Kreuzwirbeldorn

TABELLE 1
(Einfache Datenbeschreibung der Rohwerte)

GR	GE	FZ	AL	GW	Gr	Kopf			Th ₁			Th ₁₂ /L ₁			L ₅ /s ₁					
						FL	EX	Lf _r	FL	EX	Lf _r	FL	EX	Lf _r	FL	EX	Lf _r	FL	EX	Lf _r
Leichtathletik	♂	52	23	75	180	65	88	46	143	66	62	63	112	40	31	30	55	12	8	8
		2,6	8,4	5,2	8,7	7,7	4,1	4,0	9,3	11,0	5,6	5,8	9,0	9,9	5,8	5,0	11,8	3,5	2,4	2,6
Turnen	♂	23	24	69	174	64	85	45	146	71	61	61	116	44	29	28	60	12	7	7
		4,5	4,6	4,4	9,0	6,8	3,4	3,1	9,1	12,2	4,7	4,8	10,0	13,0	4,0	4,6	7,7	3,4	3,0	3,4
Schwimmen	♂	14	24	77	182	65	78	46	144	72	63	64	111	43	30	30	57	13	9	10
		3,6	5,1	3,1	6,4	6,4	4,0	3,5	9,5	11,8	7,0	6,2	9,0	8,8	5,3	5,3	12,4	5,4	3,0	3,8
Handball	♂	33	23	75	179	65	86	46	140	66	63	63	110	38	30	28	51	12	8	8
		3,2	8,6	6,8	8,4	8,5	3,7	3,7	7,4	11,9	7,3	6,0	8,6	7,9	4,9	4,4	9,1	3,4	2,4	2,5
Fußball	♂	26	22	71	176	67	88	46	143	68	63	64	114	41	31	29	53	12	8	8
		1,7	6,1	5,9	7,5	7,4	5,0	4,7	11,2	13,2	5,8	7,5	10,8	10,5	3,7	5,3	10,7	3,5	2,7	3,6
Schwerathletik	♂	12	24	80	181	61	87	46	141	66	61	63	108	39	29	27	56	14	7	8
		2,3	12,0	6,5	11,8	4,2	3,1	4,1	8,5	8,7	6,5	5,0	8,9	7,2	4,2	5,9	10,2	4,5	2,9	3,1
Leichtathletik	♀	30	21	60	169	70	89	46	150	67	62	63	117	42	32	30	63	11	9	9
		2,1	5,2	5,6	7,8	7,0	3,4	3,1	12,7	10,5	7,9	8,1	11,5	10,2	5,2	4,1	9,3	2,4	2,6	2,7
Turnen	♀	29	20	58	166	67	91	47	156	77	66	67	124	53	34	33	68	12	9	9
		1,8	6,2	4,8	5,8	7,2	3,9	3,8	13,0	13,0	5,6	6,1	13,6	13,3	3,2	3,9	14,7	3,0	2,2	2,5
Schwimmen	♀	18	21	61	168	69	91	47	155	72	63	65	120	45	32	31	65	12	9	9
		1,2	3,8	5,0	8,6	6,8	2,6	3,0	12,8	11,5	5,0	4,3	9,3	9,7	5,6	5,2	12,4	3,3	3,4	3,1
Handball	♀	13	20	58	164	67	91	46	151	68	64	64	118	41	32	29	66	13	10	9
		1,4	6,4	5,9	4,9	3,4	2,9	3,6	10,0	9,1	6,3	5,9	7,3	9,2	3,6	4,3	9,8	1,9	1,7	2,2
Gymnastik	♀	15	20	55	164	71	91	46	156	77	65	66	123	48	37	34	64	12	10	10
		1,4	3,6	6,5	7,1	5,8	3,8	3,8	12,9	11,4	5,9	4,1	15,9	13,1	8,5	5,8	10,3	1,5	2,6	2,2

Werte der 1. Messung (= Mittelwerte)

TABELLE 2

(Einfache Datenbeschreibung der Rohwerte)

GR	GE	FZ	AL	GW	Gr	KOPF		Th ₁			Th ₁₂ /L ₁			L ₅ /S ₁							
						FL	EX	Lf _r	Lf _l	FL	EX	Lf _r	Lf _l	FL	EX	Lf _r	Lf _l				
Leichtathletik	♂					68	88	47	47	143	65	62	62	113	42	32	30	55	12	8	8
						8,3	7,9	3,4	3,6	9,0	11,4	5,9	5,9	8,4	9,1	5,3	5,2	11,3	3,2	2,2	2,4
Turnen	♂					67	84	46	46	147	71	61	61	117	47	30	29	62	13	8	8
						7,8	8,1	4,8	3,4	9,6	11,4	7,1	5,9	9,1	13,6	5,0	4,7	8,7	3,4	3,0	3,3
Schwimmen	♂					65	84	46	48	146	74	63	65	111	43	31	29	57	13	8	9
						9,0	3,9	3,0	2,9	8,4	10,9	6,9	6,7	7,5	11,9	3,2	4,4	12,9	5,2	2,6	3,8
Handball	♂					68	87	47	47	141	65	62	63	111	37	29	28	51	12	8	8
						8,3	7,4	3,6	3,6	7,6	12,2	7,0	5,8	8,9	8,4	5,1	5,3	9,8	4,1	2,3	2,3
Fußball	♂					67	87	46	47	144	68	63	65	114	41	31	30	52	13	8	9
						8,1	8,2	4,9	3,9	10,2	14,5	6,2	7,2	10,8	10,4	6,3	6,6	11,1	3,4	2,7	4,0
Schwerathletik	♂					63	87	46	47	141	62	59	59	109	38	27	27	57	13	8	7
						10,0	5,9	3,4	4,6	8,5	11,2	6,3	5,6	10,0	7,9	6,2	6,2	11,3	3,8	3,2	2,6
Leichtathletik	♀					71	90	47	47	150	65	62	64	117	42	32	31	64	11	9	9
						7,2	6,7	3,4	3,0	13,1	10,4	7,8	7,9	11,2	9,4	4,1	3,4	10,5	1,8	2,1	2,3
Turnen	♀					69	93	47	48	158	77	65	66	124	53	33	33	69	12	9	9
						6,1	6,0	3,9	3,6	14,0	12,8	5,4	5,4	12,4	12,9	4,4	5,1	14,9	2,7	2,1	2,4
Schwimmen	♀					69	92	47	48	156	72	63	65	120	46	32	31	64	12	9	8
						7,6	5,0	2,3	3,2	13,3	12,4	5,3	4,9	9,8	9,2	5,7	5,1	12,8	2,9	2,0	2,1
Handball	♀					68	91	46	47	153	68	65	65	119	44	33	32	66	11	9	10
						6,8	4,1	3,6	3,4	11,9	10,9	5,2	5,1	6,5	9,7	5,4	3,2	11,2	1,9	1,9	2,0
Gymnastik	♀					71	91	46	46	158	77	65	66	122	47	35	34	64	12	10	10
						5,7	5,3	3,9	3,6	13,2	10,0	5,8	4,9	16,3	12,8	6,5	5,3	8,7	1,2	2,3	2,3

"Jeweilige Werte der 2. Messung (= Mittelwerte)

"Jeweilige Werte der Standardabweichung der 2. Messung

TABELLE 3

(Einfache Datenbeschreibung der Rohwerte = Ribka)

Altersgruppe	GE	FZ	AL	GW	Gr	Kopf					Th ₁					Th ₁₂ /L ₁					L ₅ /S ₁					
						FL	EX	Lf _r	Lf ₁	FL	EX	Lf _r	Lf ₁	FL	EX	Lf _r	Lf ₁	FL	EX	Lf _r	Lf ₁	FL	EX	Lf _r	Lf ₁	
1 (18 - 28 Jahre)	♂	47	22	73	180 6,1	57	76	45	46	138	73	62	63	111	40	33	34	49	12	9	8	136	4,5	2,9	3,2	3,5
						116	102	7,8	7,3	144	184	8,8	106	144	128	8,1	9,2	136	4,5	2,9	3,2	136	4,5	2,9	3,2	
1						62	78	46	48	138	71	61	62	114	41	32	35	50	13	8	8	129	5,1	2,3	2,5	
						116	105	8,7	7,8	143	166	8,3	106	138	128	6,8	7,9	129	5,1	2,3	2,5	129	5,1	2,3	2,5	
Altersgruppe	GE	FZ	AL	GW	Gr	Kopf					Th ₁					Th ₁₂ /L ₁					L ₅ /S ₁					
						FL	EX	Lf _r	Lf ₁	FL	EX	Lf _r	Lf ₁	FL	EX	Lf _r	Lf ₁	FL	EX	Lf _r	Lf ₁	FL	EX	Lf _r	Lf ₁	
1 (18 - 28 Jahre)	♀	56	21	57	166 5,5	56	80	46	48	149	79	63	65	126	45	36	36	66	14	10	9	140	6,0	2,6	2,7	2,5
						9,3	9,1	7,5	6,7	170	200	9,2	8,8	126	118	5,9	7,4	140	6,0	2,6	2,7	140	6,0	2,6	2,7	
1						60	82	48	50	147	78	62	64	126	47	37	37	67	14	10	9	144	5,2	2,6	2,8	
						8,8	9,5	6,8	8,9	159	200	9,2	102	125	122	7,4	7,4	144	5,2	2,6	2,8	144	5,2	2,6	2,8	

Sx = Standardabweichung

Tabelle I und II.

Transformierte Mittelwerte der Bewegungsmessungen
von Brust-Lendenwirbelsäule (I) und Mittelwerte
im Kopfbereich (II).

(1. Messung: obere Hälfte

2. Messung: untere Hälfte)

TABELLE I

(Bewegungswerte im Brust- und Lendenwirbelsäulenbereich)

GR	GE	(Th ₁ -Th ₁₂ /L ₁)				(Th ₁₂ /L ₁ -L ₅ /S ₁)			
		FL	EX	LF _R	LF _L	FL	EX	LF _R	LF _L
Leichtathletik	♂	31	26	32	33	57	28	23	22
Turnen	♂	30	27	32	32	57	32	22	21
Schwimmen	♂	33	29	33	34	54	30	21	20
Handball	♂	30	28	33	35	59	26	22	20
Fußball	♂	29	27	32	35	61	29	23	21
Schwerathletik	♂	33	27	32	36	52	25	22	19
Altersgruppe 1 nach RIBKA (1974)	♂	27	33	29	29	62	28	24	26
Leichtathletik	♀	33	25	30	33	54	31	23	21
Turnen	♀	32	24	32	34	56	41	25	24
Schwimmen	♀	35	27	32	34	55	33	23	22
Handball	♀	33	27	32	25	52	28	22	20
Gymnastik	♀	33	29	28	32	59	36	27	24
Altersgruppe 1 nach RIBKA (1974)	♀	23	34	27	29	60	31	26	27
Leichtathletik	♂	30	23	30	32	58	30	24	22
Turnen	♂	30	24	31	32	55	34	22	21
Schwimmen	♂	35	31	32	36	54	30	23	20
Handball	♂	30	28	33	35	60	25	21	20
Fußball	♂	30	27	32	35	62	28	23	21
Schwerathletik	♂	32	24	32	32	52	25	19	20
Altersgruppe 1 nach RIBKA (1974)	♂	24	30	29	27	64	28	24	27
Leichtathletik	♀	33	23	30	33	53	31	23	22
Turnen	♀	34	24	32	33	55	41	24	24
Schwimmen	♀	36	26	31	34	56	34	23	23
Handball	♀	34	24	32	31	53	33	24	22
Gymnastik	♀	36	30	30	32	58	35	25	24
Altersgruppe 1 nach RIBKA (1974)	♀	21	31	25	27	59	33	27	28

TABELLE II
(Bewegungsausmaß im Kopfbereich)

GR	GE	KOPF			
		FL	EX	LF _R	LF _L
Leichtathletik	♂	65	88	46	47
Turnen	♂	64	85	45	46
Schwimmen	♂	65	78	46	46
Handball	♂	65	86	46	47
Fußball	♂	67	88	46	46
Schwerathletik	♂	61	87	46	47
Altersgruppe 1 nach RIBKA (1974)	♂	57	76	45	46
Leichtathletik	♀	70	89	46	46
Turnen	♀	67	91	47	48
Schwimmen	♀	69	91	47	48
Handball	♀	67	91	46	47
Gymnastik	♀	71	91	46	45
Altersgruppe 1 nach RIBKA (1974)	♀	56	80	46	48
Leichtathletik	♂	68	88	47	47
Turnen	♂	67	84	46	46
Schwimmen	♂	65	84	46	48
Handball	♂	68	87	47	47
Fußball	♂	67	87	46	47
Schwerathletik	♂	63	87	46	47
Altersgruppe 1 nach RIBKA	♂	62	78	46	48
Leichtathletik	♀	71	90	47	47
Turnen	♀	69	93	47	48
Schwimmen	♀	69	92	47	48
Handball	♀	68	91	46	47
Gymnastik	♀	71	91	46	46
Altersgruppe 1 nach RIBKA (1974)	♀	60	82	48	50

Bedeutung der einfachen Varianzanalyse und Test
von SCHEFFÉ

Nachdem in den einzelnen Sportgruppen das Bewegungsausmaß innerhalb der einzelnen Regionen (Kopf, Brust, Lende) meßtechnisch erfaßt wurde, prüften wir mit Hilfe der einfachen Varianzanalyse, ob überhaupt ein Bewegungsunterschied nachzuweisen ist.

Es wurden dabei folgende statistische Untersuchungen durchgeführt:

1. Einfache Datenbeschreibung
2. Einfache Varianzanalyse zwischen den Geschlechtern innerhalb der gemeinsamen Sportgruppe (Leichtathletik, Schwimmen, Handball und Turnen).
3. Einfache Varianzanalyse mit anschliessendem Test nach Scheffé innerhalb der Geschlechter zwischen allen Sportgruppen und der Kontrollgruppe für jeden Bewegungsbereich.

Das Ergebnis der einfachen Varianzanalyse gestattet uns eine Aussage darüber zu machen, ob zwischen den Mittelwerten ein Unterschied besteht. Um nunmehr nachweisen zu können, zwischen welchen Mittelwerten ein Unterschied besteht, benötigt man den Test nach Scheffé.

Bedeutung der Abkürzungen bei der "Einfachen Varianzanalyse"
und bei der "Varianzanalyse mit anschliessendem Test von
SCHEFFE"

- $\hat{=}$ kein signifikanter Unterschied
 - + $\hat{=}$ auffälliger Unterschied (Irrtumswahrscheinlichkeit
 $\alpha = 0,05 \hat{=}$ 5%)
 - ++ $\hat{=}$ signifikanter Unterschied (Irrtumswahrscheinlichkeit
 $\alpha = 0,01 \hat{=}$ 1%)
- SAQ = Summe der Abweichungsquadrate
MAQ = Mittleres Abweichungsquadrat
FG = Freiheitsgrade
F = Verhältnis MAQ zwischen den Gruppen zu MAQ innerhalb
der Gruppen

Bedeutung der Gruppennummern beim SCHEFFE-Test

A) Männer

Gruppennummer	1	Leichtathletik
"	2	Turnen
"	3	Schwimmen
"	4	Handball
"	5	Fußball
"	6	Schwerathletik
"	7	Altersgruppe 1 nach RIBKA

B) Frauen

Gruppennummer	1	Leichtathletik
"	2	Turnen
"	3	Schwimmen
"	4	Handball
"	5	Gymnastik
"	6	Altersgruppe 1 nach RIBKA

EINFACHE VARIANZANALYSE

Leichtathletik (Männer - Frauen)

<u>Testergebnis</u>	
<u>1. Messung</u>	<u>2. Messung</u>
Flexion im Kopfbereich	+
Extension "	-
Lateralflexion _{rechts} "	-
Lateralflexion _{links} "	-

<u>Testergebnis</u>	
<u>1. Messung</u>	<u>2. Messung</u>
Flexion im Brustbereich	-
Extension "	-
Lateralflexion _{rechts} "	-
Lateralflexion _{links}	-

<u>Testergebnis</u>	
<u>1. Messung</u>	<u>2. Messung</u>
Flexion im Lendenbereich	-
Extension "	-
Lateralflexion _{rechts} "	-
Lateralflexion _{links} "	-

Bei der Flexion im Kopfbereich überwiegt der Bewegungswert der Frauen.

Schwimmen (Männer - Frauen)

<u>Testergebnis</u>	
<u>1. Messung</u>	<u>2. Messung</u>
Flexion im Kopfbereich	-
Extension	++
Lateralflexion _{rechts}	-
Lateralflexion _{links}	-

<u>Testergebnis</u>	
<u>1. Messung</u>	<u>2. Messung</u>
Flexion im Brustbereich	-
Extension	-
Lateralflexion _{rechts}	-
Lateralflexion _{links}	-

<u>Testergebnis</u>	
<u>1. Messung</u>	<u>2. Messung</u>
Flexion im Lendenbereich	-
Extension	-
Lateralflexion _{rechts}	-
Lateralflexion _{links}	+

Bei der Extension im Kopfbereich zeigen die Frauen höhere Werte als die Männer. Ein größeres Bewegungsausmaß zeigen die Frauen auch bei der Lateralflexion nach links.

Handball (Männer - Frauen)

<u>Testergebnis</u>	
1. Messung	2. Messung
Flexion im Kopfbereich	-
Extension "	-
Lateralflexion rechts "	-
Lateralflexion links "	-

<u>Testergebnis</u>	
1. Messung	2. Messung
Flexion im Brustbereich	-
Extension "	-
Lateralflexion rechts "	-
Lateralflexion links "	-

<u>Testergebnis</u>	
1. Messung	2. Messung
Flexion im Lendenbereich	-
Extension "	++
Lateralflexion rechts "	-
Lateralflexion links "	-

Die Bewegungswerte bei der Extension im Lendenbereich liegen bei den Frauen deutlich höher als bei den Männern.

Turnen (Männer - Frauen)

<u>Testergebnis</u>	
<u>1. Messung</u>	<u>2. Messung</u>
Flexion im Kopfbereich	-
Extension "	++
Lateralflexion rechts "	-
Lateralflexion links "	-

<u>Testergebnis</u>	
<u>1. Messung</u>	<u>2. Messung</u>
Flexion im Brustbereich	-
Extension "	-
Lateralflexion rechts "	-
Lateralflexion links "	-

<u>Testergebnis</u>	
<u>1. Messung</u>	<u>2. Messung</u>
Flexion im Lendenbereich	-
Extension "	++
Lateralflexion rechts "	++
Lateralflexion links "	+

Bei der Extension im Kopfbereich ebenso wie bei der Extension und bei der Lateralflexion rechts im Lendenbereich überwiegt das Bewegungsausmaß der Frauen.

EINFACHE VARIANZANALYSE MIT ANSCHLIESSENDEN SCHEFFE-TEST

MÄNNER

Flexion im Kopfbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Testergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	2611.0	6	455,2	5,0	++
innerhalb der Gruppen	17456.9	200	87,3		
total	20067.9	206			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6	7
1	-	-	-	-	-	++
2		-	-	-	-	-
3			-	-	-	-
4				-	-	+
5					-	++
6						-

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Testergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1142.2	6	190.4		.
innerhalb der Gruppen	17047.8	200	85.2	2.2	+
total	18190.0	206			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6	7
1	-	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-	-
3			-	-	-	-
4				-	-	-
5					-	-
6						-

Extension im Kopfbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Tester- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	4822.0	6	803.7	12.2	++
innerhalb der Gruppen	13191.0	200	66.0		
total	18013.0	206			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6	7
1	-	+	-	-	-	++
2		-	-	-	-	++
3			-	-	-	-
4				-	-	++
5					-	++
6						+

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	3143.2	6	523.9	7.6	++
innerhalb der Gruppen	13782.1	200	68.9		
total	16925.3	206			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6	7
1	-	-	-	-	-	++
2		-	-	-	-	-
3			-	-	-	-
4				-	-	++
5					-	++
6						-

Lateralflexion rechts im Kopfbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- <u>ergebnis</u>
Variabilität					
zwischen den Gruppen	57.5	6	6.2	0,4	-
innerhalb der Gruppen	5265.4	200	24,3		
total	5322.9	206			

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- <u>ergebnis</u>
Variabilität					
zwischen den Gruppen	26.4	6	4.4	0.2	-
innerhalb der Gruppen	5852.6	200	29.3		
total	5879.0	206			

Lateralflexion links im Kopfbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- <u>ergebnis</u>
Variabilität					
zwischen den Gruppen	36.9	6	6.2	0.3	-
innerhalb der Gruppen	4855.5	200	24.3		
total	4892.4	206			

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- <u>ergebnis</u>
Variabilität					
zwischen den Gruppen	48.4	6	257.5	0.3	-
innerhalb der Gruppen	4873.9	200	89.0		
total	4922.3	206			

Flexion im Brustbereich

1. Messung

	<u>SAQ</u>	<u>FG</u>	<u>MAQ</u>	<u>F-Wert</u>	<u>Test- ergebnis</u>
Variabilität					
zwischen den Gruppen	596.0	6	99.3	1.0	-
innerhalb der Gruppen	19711.3	200	98.6		
total	20307.3	206			

2. Messung

	<u>SAQ</u>	<u>FG</u>	<u>MAQ</u>	<u>F-Wert</u>	<u>Test- ergebnis</u>
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1545.2	6	257.5	2.9	++
innerhalb der Gruppen	17796.9	200	89.0		
total	19342.1	206			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6	7
1	-	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-	-
3			-	-	-	-
4				-	-	-
5					-	-
6						-

Extension im Brustbereich

1. Messung

	<u>SAQ</u>	<u>FG</u>	<u>MAQ</u>	<u>F-Wert</u>	<u>Test- ergebnis</u>
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1610.4	6	268.4	1.7	-
innerhalb der Gruppen	31329.3	200	156.6		
total	32939.7	206			

2. Messung

	<u>SAQ</u>	<u>FG</u>	<u>MAQ</u>	<u>F-Wert</u>	<u>Test- ergebnis</u>
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1568.3	6	261.4	1.8	-
innerhalb der Gruppen	29755.5	200	148.8		
total	31323.8	206			

Lateralflexion rechts im Brustbereich

1. Messung

	<u>SAQ</u>	<u>FG</u>	<u>MAQ</u>	<u>F-Wert</u>	<u>Test- ergebnis</u>
Variabilität					
zwischen den Gruppen	405.1	6	67.5	1.4	-
innerhalb der Gruppen	9533.4	200	47.7		
total	9938.5	206			

2. Messung

	<u>SAQ</u>	<u>FG</u>	<u>MAQ</u>	<u>F-Wert</u>	<u>Test- ergebnis</u>
Variabilität					
zwischen den Gruppen	345.4	6	57.6	1.1	-
innerhalb der Gruppen	10231.0	200	51.2		
total	10576.4	206			

Lateralflexionlinks im Brustbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1000.4	6	166.7	3.1	++
innerhalb der Gruppen	10910.4	200	54.6		
total	11910.8	206			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6	7
1	-	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-	-
3			-	-	-	-
4				-	-	-
5					-	-
6						-

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1834.3	6	305.7	6.7	++
innerhalb der Gruppen	9162.8	200	45.8		
total	10997.1	206			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6	7
1	-	-	-	-	-	+
2		-	-	-	-	-
3			-	-	-	+
4				-	-	++
5					-	++
6						-

Flexion im Lendenbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1504.5	6	250.7	2.5	+
innerhalb der Gruppen	20343.5	200	101.7		
total	21848.0	206			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6	7
1	-	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-	-
3			-	-	-	-
4				-	-	-
5					-	-
6						-

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	2427.9	6	404.7	3.4	++
innerhalb der Gruppen	23495.8	200	117.5		
total	25923.7	206			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6	7
1	-	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-	-
3			-	-	-	-
4				-	-	-
5					-	-
6						-

Extension im Lendenbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	632.7	6	105.5	1.0	-
innerhalb der Gruppen	20683.3	200	103.4		
total	21316.0	206			

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1449.5	6	241.6	2.6	+
innerhalb der Gruppen	18908.4	200	94.5		
total	20357.9	206			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6	7
1	-	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-	-
3			-	-	-	-
4				-	-	-
5					-	-
6						-

Lateralflexion rechts im Lendenbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	257.1	6	42.8	1.6	-
innerhalb der Gruppen	5301.1	200	26.5		
total	5558.2	206			

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	347.8	6	275.6	2.1	-
innerhalb der Gruppen	5438.6	200	25.6		
total	5786.4	206			

Lateralflexion links im Lendenbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1047.5	6	174.6	6.1	++
innerhalb der Gruppen	5739.0	200	28.7		
total	6786.5	206			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6	7
1	-	-	-	-	-	+
2		-	-	-	-	-
3			-	-	-	-
4				-	-	++
5					-	+
6						+

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1653.9	6	275.6	10.8	++
innerhalb der Gruppen	5112.7	200	25.6		
total	6766.6	206			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6	7
1	-	-	-	-	-	++
2		-	-	-	-	++
3			-	-	-	++
4				-	-	++
5					-	++
6						++

FRAUEN

Flexion im Kopfbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	6137.6	5	1227.5	19.7	++
innerhalb der Gruppen	9679.3	155	62.5		
total	15816.9	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	++
2		-	-	-	++
3			-	-	++
4				-	++
5					++

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	3224.5	5	601.6	11.3	++
innerhalb der Gruppen	8773.7	155	53.2		
total	11998.2	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	++
2		-	-	-	++
3			-	-	++
4				-	-
5					++

Extension im Kopfbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	3955.6	5	791.1	14.0	++
innerhalb der Gruppen	8755.1	155	56.5		
total	12710.7	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	++
2		-	-	-	++
3			-	-	++
4				-	++
5					++

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	3007.8	5	601.6	11.3	++
innerhalb der Gruppen	8240.0	155	53.2		
total	11247.8	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	++
2		-	-	-	++
3			-	-	++
4				-	+
5					++

Lateralflexion rechts im Kopfbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	42.7	5	8.5	0.3	-
innerhalb der Gruppen	4243.1	155	27.4		
total	4285.8	160			

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	70.2	5	14.0	0.6	-
innerhalb der Gruppen	3774.2	155	24.3		
total	3844.4	160			

Lateralflexion links im Kopfbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	209.3	5	41.9	1.8	-
innerhalb der Gruppen	3682.0	155	23.8		
total	3891.3	160			

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	357.7	5	71.5	2.0	-
innerhalb der Gruppen	5527.8	155	35.6		
total	5885.5	160			

Flexion im Brustbereich

1. Messung

	SAQ	FG	NAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	3684.9	5	737.0	4.9	++
innerhalb der Gruppen	23332.8	155	150.5		
total	27017.7	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	+
2		-	-	-	+
3			-	-	+
4				-	-
5					-

2. Messung

	SAQ	FG	NAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	6466.1	5	1293.2	9.3	++
innerhalb der Gruppen	21446.9	155	138.4		
total	27913.0	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	++
2		-	-	-	++
3			-	-	++
4				-	+
5					++

Extension im Brustbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	3000.7	5	600.1	3.1	++
innerhalb der Gruppen	29610.2	155	191.0		
total	32610.9	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-
3			-	-	-
4				-	-
5					-

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1717.1	5	343.4	2.1	-
innerhalb der Gruppen	24766.9	155	159.8		
total	26484.0	160			

Lateralflexion rechts im Brustbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	675.4	5	135.1	2.7	+
innerhalb der Gruppen	7808.0	155	50.4		
total	8483.4	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-
3			-	-	-
4				-	-
5					-

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1540.8	5	308.2	7.3	++
innerhalb der Gruppen	6567.6	155	42.4		
total	8108.4	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	+
2		-	-	-	++
3			-	-	-
4				-	+
5					-

Lateralflexion_{links} im Brustbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	676.5	5	135.3	3.1	+
innerhalb der Gruppen	6771.4	155	43.7		
total	7447.9	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-
3			-	-	-
4				-	-
5					-

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1500.6	5	300.1	6.8	++
innerhalb der Gruppen	6852.2	155	44.2		
total	8352.8	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	++
2		-	-	-	++
3			-	-	+
4				-	-
5					-

Flexion im Lendenbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1488.2	5	297.6	1.6	-
innerhalb der Gruppen	29104.0	155	187.7		
total	30592.2	160			

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1245.4	5	249.1	1.2	-
innerhalb der Gruppen	31722.8	155	204.7		
total	32968.2	160			

Extension im Lendenbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	2621.6	5	524.3	4.6	++
innerhalb der Gruppen	17707.8	155	114.2		
total	20329.4	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	-
2		-	+	-	++
3			-	-	-
4				-	-
5					-

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1487.7	5	297.5	2.7	+
innerhalb der Gruppen	17384.6	155	112.2		
total	18872.3	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-
3			-	-	-
4				-	-
5					-

Lateralflexion rechts im Lendenbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	292.9	5	58.6	2.0	-
innerhalb der Gruppen	4518.5	155	29.1		
total	4811.4	160			

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- ergebnis
Variabilität					
zwischen den Gruppen	533.5	5	106.7	3.4	++
innerhalb der Gruppen	4928.7	155	31.8		
total	5462.2	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-
3			-	-	-
4				-	-
5					-

Lateralflexionlinks im Lendenbereich

1. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- <u>ergebnis</u>
Variabilität					
zwischen den Gruppen	903.9	5	180.8	6.2	++
innerhalb der Gruppen	4487.2	155	28.9		
total	5391.1	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	++
2		-	-	-	-
3			-	-	-
4				-	++
5					-

2. Messung

	SAQ	FG	MAQ	F-Wert	Test- <u>ergebnis</u>
Variabilität					
zwischen den Gruppen	1076.7	5	215.3	7.9	++
innerhalb der Gruppen	4213.3	155	27.2		
total	5290.0	160			

Test von SCHEFFE

Gruppennummer	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	++
2		-	-	-	-
3			-	-	-
4				-	++
5					-

IX. Danksagung

Besonderer Dank gebührt Herrn Prof. Dr. med. E. Stofft für die Überlassung des Themas und seine ständige Bereitschaft zur Unterstützung.

Den Sportlern des "Staatlichen Hochschulinstitutes für Leibeserziehung" danke ich herzlichst dafür, daß sie sich für meine Messungen zur Verfügung stellten.

Die Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. med. Ulmer war vorbildlich. Er unterstützte mich sehr bei der Durchführung der Messungen.

Frau Dr. Ehrenberg-Kieckebusch möchte ich für die wertvolle statistische Beratung danken.

Lebenslauf

Am 26. Oktober 1950 wurde ich als 2. Sohn des Schreiners Franz Grosam und seiner Ehefrau Rosl Grosam, geb. Schmiedl, in Lampertheim/Rhein geboren.

Von 1957 an besuchte ich bis 1962 die Volksschule in Lampertheim. Nach einjährigem Besuch der Realschule wurde ich 1963 in die Quinta des mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasiums in Gernsheim/Rhein aufgenommen. Am 12. Juni 1970 erhielt ich mit Auszeichnung das Zeugnis der allgemeinen Hochschulreife.

Im Oktober 1970 wurde ich an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz immatrikuliert. Seit dieser Zeit studierte ich Humanmedizin. In den Monaten Februar und März 1973 legte ich erfolgreich vor dem Prüfungsausschuß der medizinischen Fakultät in Mainz die ärztliche Vorprüfung ab. Seit April 1973 studierte ich am Klinikum der Universitäts-Kliniken in Mainz.

Am 1. Oktober 1976 bestand ich vor dem medizinischen Prüfungsausschuß in Mainz das ärztliche Staatsexamen.

Seit dem 21. September 1973 bin ich mit Frau Regina Grosam, geb. Leonhard verheiratet.

